

Informations- und Kommunikationstechnologien zur Verständnisorientierung im Physikunterricht der Sekundarstufe I

DIPLOMARBEIT

zur Erlangung des akademischen Grades

Magistra der Naturwissenschaften

im Rahmen des Studiums

Unterrichtsfach Informatik und Informatikmanagement

eingereicht von

Alice Schmit

Matrikelnummer 0926850

an der

Fakultät für Informatik der Technischen Universität Wien

Betreuer: Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerald Futschek

Wien, 19.03.2014

(Unterschrift Verfasserin)

(Unterschrift Betreuer)

DANKSAGUNG

Eine Diplomarbeit verfasst sich nicht von selbst, darum möchte ich mich an dieser Stelle bei meinen Unterstützerinnen und Unterstützern, die mich in der Zeit der Niederschrift mental unterstützt haben, bedanken: bei meinen Eltern Gabriele und Erwin Schmit, meinem Freund Mihael Pranjić, bei meiner Großmutter Margarete Hasieber und bei meiner besten Freundin Karin Michalecz. Ihr habt mich bei meinem Studium unterstützt, mit mir gelernt, mich aufgebaut und mir Rückhalt gegeben, ohne euch wäre diese Arbeit nicht machbar gewesen.

Nicht zuletzt bedanke ich mich bei meinem Betreuer, Ao.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerald Futschek für die geduldige und intensive Begleitung des gesamten Arbeitsverlaufs.

Mein Dank gilt auch Antonel Pranjić und Elisabeth Nemeth, die sich meiner Grafiken und meines Posters angenommen haben und bei der Bearbeitung/Erstellung halfen, ebenso wie Petra Lentsch, die meine Arbeit Korrektur las.

Danke.

ERKLÄRUNG ZUR VERFASSUNG DER ARBEIT

Alice Schmit, Am Haidenberg 26 / 7091 Breitenbrunn

„Hiermit erkläre ich, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst habe, dass ich die verwendeten Quellen und Hilfsmittel vollständig angegeben habe und dass ich die Stellen der Arbeit – einschließlich Tabellen, Karten und Abbildungen –, die anderen Werken oder dem Internet im Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, auf jeden Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht habe.“

Wien, 19.03.2014,

KURZFASSUNG

Diese Diplomarbeit beschäftigt sich mit der Einbindung von Informations- und Kommunikationstechnologien in den Physikunterricht der Sekundarstufe I. Dadurch soll sich das Verständnis der Schülerinnen und Schüler erhöhen. Grafiken, Animationen, Simulationen, Spiele und Erfahrungen am eigenen Körper sollen den konventionellen Unterricht auflockern und verbessern. Dabei sollen klassische Versuche nicht ersetzt, sondern durch IKT-Einsatz unterstützt werden. Diese (interaktiven) Materialien erleichtern das Verständnis auf der mikroskopischen Ebene, wodurch Vorgänge besser verstanden und erfasst werden können.

In dieser Arbeit finden sich verschiedene selbsterarbeitete Unterrichtsszenarien, in denen IKT eingesetzt werden. Außerdem werden die Vor- und Nachteile der Technologien aufgelistet sowie eine Anleitung für Lehrer/innen, um eigene Szenarien zu erstellen.

Konkrete Literatur zum Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien im Physikunterricht gibt es wenig, daher musste ich auf empirisches Wissen zurückgreifen. Mittels Expertengespräche wurde die momentane Situation erhoben und Ideen für Unterrichtskonzepte wurden gesammelt.

Das Resultat sind verschiedene Unterrichtsszenarien, die in den Physikstunden der Sekundarstufe I eingesetzt werden können. Dabei richtet sich die Auswahl der Themengebiete nach dem Lehrplan der Physik für die Sekundarstufe I.

ABSTRACT

This paper is about the use of information and communication technologies in physics education, in order to increase the audience's understanding of the taught concepts. Graphics, animations, simulations, games and physical experiences are used to improve conventional classroom teaching. Classical attempts are not replaced, but supported by ICT. These (interactive) materials support the understanding on a microscopic level, to understand and recognize processes in a better way.

In this work I present different teaching scenarios in which ICTs are used. In addition, the advantages and drawbacks of these technologies are listed as well as a guide for teachers included to create their own scenarios.

Literature lacks information about this specific issue, so I had to rely on empirical knowledge. In interviews with experts I raised the current situation and collected useful ideas for teaching concepts.

This results in different teaching scenarios which can be used in Physics lessons. The chosen topics are based on the curriculum of the BMBF .

INHALTSVERZEICHNIS

DANKSAGUNG	3
ERKLÄRUNG ZUR VERFASSUNG DER ARBEIT	5
KURZFASSUNG	7
INHALTSVERZEICHNIS	9
EINLEITUNG	11
PROBLEMSTELLUNG	13
MOMENTANE SITUATION IN DER SEKUNDARSTUFE I	15
KLASSIFIZIERUNG VON IKT IM BEREICH DER PHYSIK	19
VORFÜHRMATERIAL	19
INTERAKTIVE MATERIALIEN	21
PHYSICAL COMPUTING	24
UNTERRICHTSSZENARIOEN	27
AUSWAHL	27
2. KLASSE AHS/NMS – 6. SCHULSTUFE	29
DIE WELT, IN DER WIR UNS BEWEGEN.....	29
KÖRPER BESTEHEN AUS TEILCHEN.....	33
DER TRAUM VOM FLIEGEN	36
3. KLASSE AHS/NMS – 7. SCHULSTUFE	41
UNSER LEBEN IM „WÄRMEBAD“	41
ELEKTRISCHE PHÄNOMENE SIND ALLGEGENWÄRTIG.....	45
ELEKTROTECHNIK MACHT ALLES MÖGLICH.....	49
4. KLASSE AHS/NMS – 8. SCHULSTUFE	53
ELEKTRIZITÄT BESTIMMT UNSER LEBEN	53
DIE WELT DES SICHTBAREN.....	58
GEKRÜMMTE WEGE AUF DER ERDE UND IM WELTALL.....	61
VOR- UND NACHTEILE VON IKT IM PHYSIKUNTERRICHT	67
FÜR LEHRKRÄFTE	71
FINDEN UND AUSSUCHEN VON MATERIALIEN	71
INTEGRATION IN DEN UNTERRICHT	74
ZUSAMMENFASSUNG	76
ANHANG	79

INTERVIEW A – PHYSIK-LEHRERIN AHS, 24 DIENSTJAHRE	79
INTERVIEW B – PHYSIK-LEHRERIN AHS, 23 DIENSTJAHRE	81
INTERVIEW C – PHYSIK-LEHRER AHS, 34 DIENSTJAHRE	82
INTERVIEW D – PHYSIK-LEHRER AHS, 2 DIENSTJAHRE	84
INTERVIEW E – SCHÜLERIN AHS A, 18 JAHRE	86
INTERVIEW F – SCHÜLER AHS B, 18 JAHRE	88
INTERVIEW G – SCHÜLER AHS C, 14 JAHRE.....	89
INTERVIEW H – SCHÜLERIN AHS A, 13 JAHRE	90
INTERVIEW I – MUTTER EINER 16-JÄHRIGEN SCHÜLERIN, AHS	91
<u>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</u>	<u>93</u>
<u>LITERATURVERZEICHNIS</u>	<u>95</u>

EINLEITUNG

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem sinnvollen Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien im Physikunterricht in der Sekundarstufe I, um eine Verständniserhöhung zu erzielen.

Diese Diplomarbeit ist motiviert durch meine Studien der Unterrichtsfächer Informatik und Informatikmanagement, Mathematik und Physik, sowie durch mein persönliches Interesse an alternativen Unterrichtsmethoden und -varianten.

Durch mein Studium des „Unterrichtsfachs Informatik und Informatikmanagement“ ist es mir ein persönliches Anliegen geworden, dass Computer nicht nur als Schreibmittel dienen sollen. Besonders die Physik bietet viele Möglichkeiten des Einsatzes von „neuen Medien“.

Mein Ziel ist es, verschiedene Unterrichtsszenarien zu erstellen, welche mit wenig organisatorischem Aufwand an eine Klasse angepasst werden können.

Informations- und Kommunikationstechnologien im Unterricht waren vor ein paar Jahren noch ein Fremdwort für die meisten Lehrerinnen und Lehrer. Doch in den letzten Jahren hielt der Fortschritt vor allem in den Familien Einzug. Das Familienleben hat sich rapide verändert und diese Änderung zog auch ihre Kreise in die Schule.

Die heutige Generation von Kindern und Jugendlichen wächst mit neuen Medien auf. Während vor ungefähr einem Jahrzehnt nur wenige Jugendliche ein Handy besaßen und noch viel weniger einen mobilen Internetzugang hatten, haben mittlerweile 84,6 % der 16- bis 24-Jährigen ein Mobiltelefon oder Smartphone, das ihnen den Internetzugang von überall ermöglicht.¹

Eben diese Geräte sind aus dem Leben der Jugendlichen nicht mehr wegzudenken. Es wird fotografiert, gefilmt, gepostet und vieles mehr. Das Smartphone wird zu einem ständigen Begleiter. Die Jugendlichen verbringen viel Zeit auf sozialen Netzwerken in Chatrooms, ein Teil ihres Lebens findet online statt.

Doch warum soll man diese Technologie nicht auch im Schulunterricht nutzen?

Vor allem in der Physik ist es so, dass man einen Irrtum kaum oder nur mit sehr viel Engagement wieder korrigieren kann. Auch wenn die notwendige Hingabe vorhanden ist, fehlt oft die erforderliche Ausstattung bzw. Zeit. Simulationen sind nicht zeitraubend, sie benötigen kein Equipment, lediglich einen Computer und sind vor allem genau - es gibt keine Messfehler!

¹ vgl. Statistik-Austria (2014), IKT-Einsatz in Haushalten 2013: Personen nutzen tragbare Geräte für den mobilen Internetzugang außerhalb des Haushalts oder außerhalb der Arbeit 2013, Quelle: http://www.statistik.at/web_de/statistiken/informationsgesellschaft/ikt-einsatz_in_haushalten/, letzter Zugriff: 17.03.14

Das Fehlen von Messfehlern, kann Vor- und Nachteile haben.² Einerseits ist es gut, schnell und ohne Probleme zu einem Ergebnis zu kommen. Andererseits sind vor allem in der Physik sämtliche Messfehler ein Teil des Ergebnisses und helfen die Realität besser zu verstehen. Ziel ist es nicht Messfehler zu verhindern, sondern diese mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechnologien besser zu verstehen. Außerdem sind die Ursachen von Messfehlern oft durch physikalische Gesetze begründet. Durch eben diese Ursachen lernen Schülerinnen und Schüler die physikalische Welt verstehen.

Moderne Technologien sollen bewährte Unterrichtsmethoden nicht ablösen, sie sollen sie ergänzen und helfen, das Verständnis der Schülerinnen und Schüler zu erhöhen.

² Seidel, T., Prenzel, M., Rimmel, R., Dalehefte, I. M., Herweg, C., Kobarg, M., & Schwindt, K. (2006). Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 802.

PROBLEMSTELLUNG

Der Physikunterricht in der Unterstufe ist sehr oft geprägt von viel Theorie, ab und zu, wenn sich ein engagierter Lehrer/eine engagierte Lehrerin findet, werden auch Versuche durchgeführt. Die Anzahl und der Aufwand der Versuche ist ganz abhängig vom Engagement der Lehrkraft und vor allem auch von der Sicherheit des Lehrers/der Lehrerin.³

Auf Grund des Lehrer/innenmangels ist es durchaus üblich, dass auch fachfremde Kollegen und Kolleginnen, deren Unterrichtsfächer in der „Nähe“ der Physik anzusiedeln sind, Physik unterrichten. Dies wirkt sich nicht unbedingt negativ auf den Unterricht aus. Es kann aber, durch die mangelnde Ausbildung der Lehrkraft, durchaus dazu führen, dass der Lehrer/die Lehrerin keine Versuche oder nur sehr wenige Versuche mit den Schülerinnen und Schülern durchführen.

Andererseits haben auch Physiker/Physikerinnen aus tiefster Überzeugung oft Hemmungen, mit ihren Schülerinnen und Schülern Versuche im Unterricht durchzuführen. Die Unterrichtszeit ist begrenzt, das gesamte Schuljahr ist schon in der ersten Schulwoche verplant. Die wenigsten Lehrerinnen und Lehrer haben den Spielraum, der es ihnen erlaubt, dass auch einmal ein Versuch nicht funktioniert und mehrmals wiederholt werden muss.⁴

„Das Experiment nimmt als wesentliches Merkmal naturwissenschaftlichen Arbeitens eine zentrale Stellung im naturwissenschaftlichen Unterricht ein.“

[Tesch, M., & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht–Ergebnisse einer Videostudie. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 10(10), S.51.]

Das ist sehr schade, wenn man bedenkt, dass vor allem Versuche im Unterricht zum Verständnis der Schülerinnen und Schüler beitragen. Selbst missglückte Experimente tragen enorm zum Verständnis der Kinder bei, sowohl fachlich als auch in der emotionalen Entwicklung.⁵

Vom meiner eigenen Schulzeit geprägt, stellte sich mir die Frage, ob und vor allem wie man den Physikunterricht für die Schülerinnen und Schüler verständlicher gestalten kann, ohne auf wertvolle (Freihand-)Experimente verzichten zu müssen.

³ vgl. Interviews A, B, C und D

⁴ vgl. Interview C

⁵ Prenzel, M., Seidel, T., Lehrke, M., Rimmel, R., Duit, R., Euler, M., ... & Widodo, A. (2002). Lehr-Lernprozesse im Physikunterricht-eine Videostudie. In Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen (pp. 139-156).

Für mich war schnell klar, dass sich Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) besonders dazu eignen, den Physikunterricht medial für die Kinder zu begleiten. Außerdem erleichtern eben solche Technologien auch die Arbeit der Lehrkräfte, da man komplizierte Skizzen und dergleichen durch Animationen ersetzen kann.

Ebenso können moderne Messgeräte (aber auch schon Smartphones) aus den Messwerten Diagramme erstellen, welche ein häufiges selbstständiges Konstruieren vermeiden, wodurch der Lerneffekt an der eigentlichen Arbeit erhöht wird.

Daher beschäftige ich mich im Zuge dieser Arbeit mit folgenden Fragestellungen:

- „Wie lässt sich das Verständnis der Schülerinnen und Schüler im Physikunterricht durch Informations- und Kommunikationstechnologien erhöhen?“
- „Wie sollte man Unterricht in der Sekundarstufe I gestalten, um Informations- und Kommunikationstechnologien sinnvoll in den Unterricht einzubauen?“
- „Wo sind die Grenzen von Informations- und Kommunikationstechnologien im Physikunterricht zu finden?“

Um diese Fragestellungen zu beantworten, werde ich folgende Methoden einsetzen um zu Ergebnissen zu kommen:

- Mittels (Internet-)Recherche werden
 - vorhandene Simulationssammlungen aufgelistet, welche dazu beitragen, Informations- und Kommunikationstechnologien aktiv in den Physikunterricht einzubinden.
 - Probleme bei der Einbindung in den Physikunterricht aufgelistet.
 - methodische Ansätze gefunden.
- Ausarbeitung verschiedener Unterrichtsszenarien mit verschiedenen Technologien zu einem bestimmten Thema in verschiedenen Altersstufen
- Recherche in den Schulen
 - Gespräche mit Expertinnen und Experten über die momentane Situation im Physikunterricht und Ideen für die Zukunft
 - Sammeln von Ideen für eigene Unterrichtsszenarien

MOMENTANE SITUATION IN DER SEKUNDARSTUFE I

Im Laufe der letzten Jahre gab es einige Veränderungen im Bereich der Sekundarstufe I. Diese Änderungen sind aber nicht nur durch die Einführung der Bildungsstandards⁶ und deren Überprüfung am Ende der 4. und 8. Schulstufe bedingt. Mit der geplanten Einführung einer zentralen Reifeprüfung veränderte sich das Unterrichtskonzept in der Sekundarstufe II. Dadurch, dass die Leistungen an verschiedenen Schulstandorten bei der Reifeprüfung vergleichbar werden sollen, rückten auch neue Fertigkeiten in den Vordergrund. Diese sogenannten Grundkompetenzen beschäftigen viele Lehrerinnen und Lehrer österreichweit. Für alle bedeutet es, ihren Unterricht an die zentralen Anforderungen anzupassen. Wer davon ausgeht, dass dieselben Themengebiete in den verschiedenen Schulen auch dasselbe Können/dieselbe Leistung hervorbringen, der täuscht sich. Jede Lehrkraft setzt Schwerpunkte anders. Während sich bislang die Oberstufenschülerinnen und –schüler der AHS A ausgiebig mit der Relativitätstheorie in Physik beschäftigt haben, haben die Oberstufenschülerinnen und –schüler der AHS B nur kurz gehört, worum es geht.⁷

Für viele Lehrerinnen und Lehrer bedeutet das eine große Umstellung. Die Schülerinnen und Schüler sollen nicht nur über die Theorie Bescheid wissen, sondern ihr Wissen auch anwenden können. Das bedarf enormer Vorbereitungen und auch Nachbereitungen. Es müssen/sollen nicht nur dieselben Themen unterrichtet werden, sondern diese Wissensvermittlung soll auch vergleichbar werden.⁸

„Durch standardbezogene Tests können Lehrkräfte ihr eigenes diagnostisches Urteil mit den Testergebnissen vergleichen. Es darf aber wie gesagt zu keiner Beeinflussung in der Notengebung oder zu Übergangsempfehlungen kommen. Lehrkräfte sollen mit der Einschätzung der Schülerkompetenzen umgehen können und bei Abweichungen ihr Urteil noch einmal überdenken. Außerdem geben solche Tests auch Rückmeldungen über den Erfolg der eigenen pädagogischen Arbeit.“

[Thaler, K. (2007). Bildungsstandards im Physikunterricht–Korsett oder Katalysator? (Doctoral dissertation, Diplomarbeit, Karl Franzens Universität Graz 9) Endbericht (2007)- Entwicklung von Standards Naturwissenschaften 8. Schulstufe). S. 18]

Diese Veränderung hielt auch in der AHS-Unterstufe, in der neuen Mittelschule und in der Hauptschule Einzug. Hier geht es jetzt noch weniger um die Zentralmatura, als um die oben genannten Bildungsstandards. Hierbei handelt es sich im Fall der Sekundarstufe I um eine zentrale Überprüfung der Leistung der Schülerinnen und Schüler der 8. Schulstufe in den Fächern Mathematik, Deutsch und Englisch. Man soll

⁶ Schecker, H., & Parchmann, I. (2006). Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 12(2006), 45-66.

⁷ vgl. Interview E und F

⁸ vgl. Schecker, H. (2007). Die Bildungsstandards Physik. Orientierungsrahmen für den Unterricht. Unterricht Physik, 18(97), 4-11.

den Schülerinnen und Schülern das richtige Werkzeug, die richtige Methodik und die richtige Denkweise mit auf den Weg geben (im Laufe der Sekundarstufe I), so dass diese auch komplexere Aufgaben auf Grund ihrer erlernten Kompetenzen lösen können. Das Resultat dieser Neuerung in der Schule ist der kompetenzorientierte Unterricht.⁹

Ziel des kompetenzorientierten Unterrichts ist, wie der Name bereits vermuten lässt, die Vermittlung von (Grund-)Kompetenzen. Weiters soll auch die Nachhaltigkeit des Gelernten verbessert sowie Individualisierung im Unterricht ermöglicht werden. Hierbei beschränkt man sich nicht nur auf die momentan geprüften Fächer, sondern möchte dieses Konzept in allen Fächern unterbringen.¹⁰

Was bedeutet das nun für den Physikunterricht?

Kompetenzorientierung im Physikunterricht ist vor allem gekennzeichnet durch selbstständige Experimente der Schülerinnen und Schüler. Im Zuge des Experimentierens sollen die Schülerinnen und Schüler die Theorie anwenden, Protokolle verfassen sowie selbstständiges Erarbeiten ähnlicher Themenbereiche erlernen.

Durch meine Recherchen in den Schulen ergab sich, dass zwar bereits viele Lehrerinnen und Lehrer versuchen, kompetenzorientiert zu unterrichten, allerdings die Umsetzung nicht immer so einfach ist.¹¹

Viele Lehrerinnen und Lehrer versuchen, durch gezielte Arbeitsaufträge das konventionelle Unterrichtsschema aufzulockern.¹² Andere wieder entsagen dem Frontalunterricht vollkommen und lassen die Schülerinnen und Schüler im Zuge von verschiedenen Projekten die Themenbereich selbstständig erarbeiten.¹³

Dadurch wird klar, dass sämtliche Lehrerinnen und Lehrer auf unterschiedliche Art und Weise an das Thema „kompetenzorientierter Unterricht“ herantreten und auch viele verschiedene Möglichkeiten zu unterrichten auftreten. Es gibt kein „Rezept“, das einem vorgibt, wie man unterrichten soll oder wie man es richtig macht. Wichtig dabei ist nur,

⁹ Ziener, G. (2006). Bildungsstandards in der Praxis. Kompetenzorientiert unterrichten, Seelze.

¹⁰ Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur: Sektion Berufsbildendes Schulwesen, Erwachsenenbildung und Schulsport. Kompetenzorientiert Unterrichten. Quelle: http://www.bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at/de/kompetenzorientiertes_unterrichten.html. Letzter Zugriff: 17.03.14

¹¹ vgl. Interview A, B, C, D, E, F, G und H

¹² vgl. Interview A

¹³ vgl. Interview B

dass man den Schülerinnen und Schülern die richtige Methodik mitgibt, um verschiedene Probleme zu lösen. Hierbei ist zu beachten, dass der Unterricht interessant und spannend gestaltet wird. Vor allem durch die Ereignisse in den letzten Jahren können aktuelle Geschehnisse in den Unterricht eingebaut werden, wodurch den Schülerinnen und Schülern der Bezug zum Alltag immer bewusster wird. Viele Lehrerinnen und Lehrer versuchen immer wieder aktuelle Begebenheiten in den Unterricht einzubauen. Beispielsweise haben einige meiner befragten Lehrkräfte die Rekordjagd von Felix Baumgartner im Herbst 2012 in den Physikunterricht eingebaut. Mittels verschiedener Versuche zu Fallschirmen, Vakuum, usw. hatten die Schülerinnen und Schüler die Möglichkeit, dieses Ereignis genauer zu verstehen und lernten die Physik dahinter kennen.

Trotz dieser Veränderungen und Entwicklungen der letzten Jahre/Jahrzehnte hält der Fortschritt, vor allem in der Physik, noch nicht Einzug. Dabei wäre es doch besonders hilfreich, für die Physik moderne Medien einzusetzen. Moderne Technik ermöglicht es, kostengünstig und einfach komplexe Themen zu erläutern. Dabei denkt man doch, dass diese technischen Hilfsmittel teuer sind. Doch man darf nicht vergessen, dass sehr viele Kinder ein tolles und nützliches Medium immer bei sich haben, ihr Smartphone.¹⁴

Während momentan in den meisten Schulen Handys im Unterricht, manchmal auch in den Pausen, nicht gerne gesehen sind oder teilweise sogar verboten, frage ich mich, warum man dieses Medium nicht sinnvoll in den Unterricht einbaut.

Viele Lehrkräfte prangern den Mangel an vorhandenen Unterrichtsmaterialien bzw. die Möglichkeit der Integration dieser in den Unterricht an. Genau diesen Umstand kann man sich aber zu Nutze machen, wenn man Smartphones udgl. in den Unterricht integriert. In den letzten Jahren gab es einen regelrechten „Boom“ bei den Learningapps. Die Verwendung dieser ist zumeist ziemlich einfach und intuitiv. Lediglich die Auswahl der Learningapps verlangt ein wenig Zeit und auch gute Planung. Den Schülerinnen und Schülern fällt der Einsatz meist nicht schwer und die Ergebnisse sind für sie verständlich.

Nicht nur Learningapps können im Physikunterricht eingesetzt werden, auch Spiele(apps) ergänzen durchaus den Physikunterricht. Man nehme beispielsweise das Spiel „Angry Birds“, welches durchaus reale Verhältnisse bei Würfeln simuliert.

Die Integration von multimedialen Hilfsmitteln ist besonders in der Vorbereitung und Nachbereitung sehr zeitintensiv. Dabei ist allerdings zu beachten, dass die Vorbereitung ebenso wie die Nachbereitung mit ein wenig Erfahrung viel schneller vonstattengeht als bei den ersten Versuchen.

¹⁴ vgl. Interview G

KLASSIFIZIERUNG VON IKT IM BEREICH DER PHYSIK

Bevor man Informations- und Kommunikationstechnologien in verschiedene Klassen einteilen kann, muss man sich überlegen, wie diese Klassen aussehen sollen und welche Spezifikationen auf eine solche Klasse zutreffen.

Hierbei habe ich mir überlegt, dass man bei der Verwendung von IKT im Physikunterricht diese durch ihren Einsatzbereich sowie die Art und Weise des Einsatzes klassifizieren kann.

VORFÜHRMATERIAL

Unter Vorfühmaterial verstehe ich Bilder, Fotos, Filme, Videos, Animationen udgl. Es handelt sich um Anschauungsmaterial, welches das Verständnis der Schülerinnen und Schüler unterstützen soll. Andere Zugänge als durch das Schulbuch und den Vortrag der Lehrkraft ermöglichen die Verständnisorientierung im Unterricht. All diese Materialien sollen ergänzend wirken und keinesfalls Schulbuch, Lehrerin oder Lehrer ersetzen.

Bilder, Fotos und Skizzen unterstützen das Vorstellungsvermögen der Schülerinnen und Schüler auf mehrfache Weise. Nicht nur, dass Bilder und Skizzen die Theorie mit der Praxis vereinen, ermöglichen sie zudem, dass auch eine Grafik die Vorstellung der Schülerinnen und Schüler unterstützt.

Beispielsweise stellen sich Bilder udgl. für Erklärungen im Heft hilfreich dar. Durch genaue Aufbauanleitungen können Schülerinnen und Schüler komplexe Bauteile besser verstehen. Auch die dahintersteckenden Funktionsweisen lassen sich leichter und schneller erklären, ohne jedes Mal erneut den Aufbau wiederholen zu müssen. Durch solche Skizzen oder Bilder erleichtert sich vor allem für weniger technikversierte Schülerinnen und Schüler der Unterricht und der Lernaufwand wird geringer. Außerdem erübrigt sich das Auswendiglernen und das Verständnis rückt in den Vordergrund.

Filme eignen sich besonders, um einen alternativen Einstieg in verschiedene Themenbereiche zu ermöglichen. Hierbei muss es sich gar nicht um fachbezogene oder wissenschaftliche Filme und/oder Dokumentationen handeln. Auch Spielfilmsequenzen lassen sich, vor allem im Bereich der Physik, auf ihre Richtigkeit überprüfen.

Weiters können auch kontroverse Dokumentationen (beispielsweise über die Diskussion, ob die Menschheit tatsächlich auf dem Mond war) den Schülerinnen und Schülern einen anderen Zugang zu kritischen Themen ermöglichen. Dadurch wird nicht nur die physikalische Denkweise geschult, sondern die Schülerinnen und Schüler lernen auch kritische Haltungen kennen und verstehen.

Videos und Kurzfilme sind aus dem „modernen Unterricht“ nicht mehr wegzudenken. Wichtig ist dabei auch der sinnvolle Umgang mit diesen. Im Bereich der Physik gibt es



sehr viele Videos zu physikalischen Experimenten. Die meisten Physiklehrerinnen und -lehrer kennen vermutlich dieses Phänomen: Ein Experiment funktioniert eigentlich immer, nur bei der Vorführung vor der Klasse funktioniert nichts mehr. Auch mehrmalige Versuche verändern das Ergebnis nicht.

Ein Video von eben diesem Versuch, selbstverständlich wenn er gelungen ist, kann hier Abhilfe schaffen. An dieser Stelle möchte ich besonders betonen, dass Versuche im Physikunterricht keineswegs durch Videos ersetzt werden sollen. Es handelt sich lediglich um eine Unterstützung des Unterrichts.

Natürlich kann man dieses Szenario auch umdrehen und man sucht zu einem geglückten Experiment ein Video eines misslungenen Experiments. Hierbei kann man auf die verschiedenen Fehlerquellen eingehen und eben diese Fehler im eigenen Versuch ausbessern.

Animationen sollen, ähnlich wie auch Filme und Videos, das Verständnis erhöhen. Animationen sind im Bereich der Physik dadurch gekennzeichnet, dass sie Zusammenhänge erläutern und sichtbar machen. Komplexe und schnelle, für das Auge unsichtbare, Abläufe können durch Animationen erläutert werden.

INTERAKTIVE MATERIALIEN

Interaktive Materialien sind Grafiken, Animation, Simulationen, Applets udgl., welche ihr Bild/ihr Resultat durch Veränderung verschiedener Parameter ändern. Wichtig dabei ist, dass sich die Ausgabe durch die dementsprechende Variation der Parameter verändert.

Grafiken können, ebenso wie beim Vorführmaterial, ein bestimmtes Bild von Situationen vermitteln. Dabei können bestimmte Voraussetzungen oder Werte verändert werden, wodurch sich auch ein verändertes Bild ergibt.

Ein klassisches Beispiel gibt es zum Ohm'schen Gesetz. Hierbei können die Werte für die Spannung U (hier V) und den Widerstand R verändert werden. Dabei verändert sich der elektrische Durchfluss, welcher dann größer oder kleiner dargestellt wird.

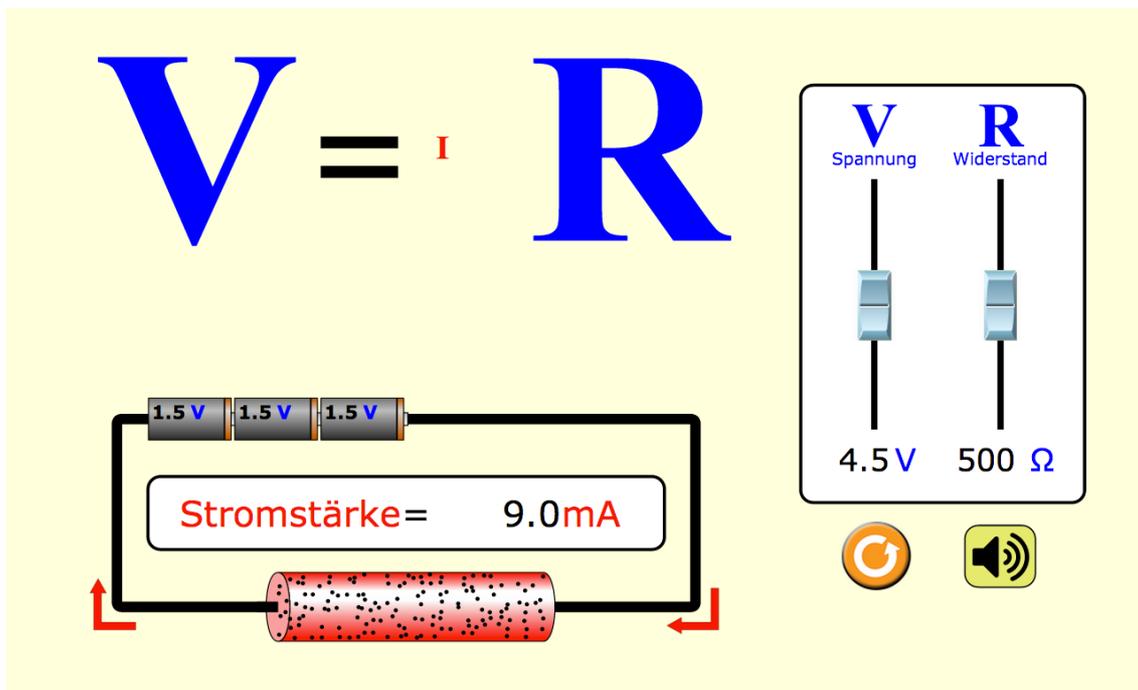


ABBILDUNG 1 – OHM'SCHES GESETZ, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE:
[HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/OHMS-LAW](http://phet.colorado.edu/de/simulation/ohms-law)

Besonders hohen Lerngehalt haben Animationen mit veränderlichen Parametern. Diese selbst zu gestalten, ist allerdings schwierig.

Beispielsweise gibt es Animationen, welche die Umlaufbahn der Erde um die Sonne simulieren. Es lassen sich dabei auch die Masse von Sonne und Erde variieren. Dabei kann man schnell sehen, wie sich die Sterne oder Planeten verhalten, wenn man lediglich deren Masse ein wenig reduziert.

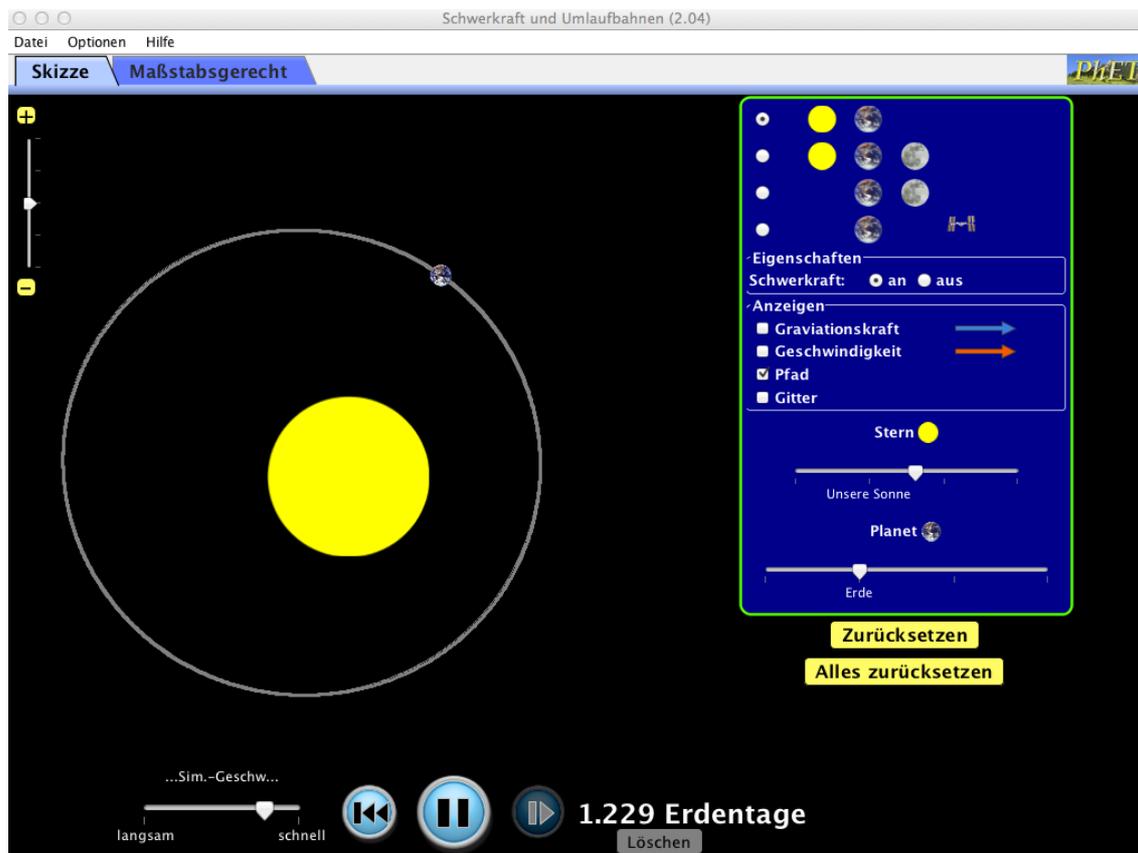


ABBILDUNG 2 – UMLAUFBAHN EINES PLANETEN UM EINEN STERN, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE: [HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/GRAVITY-AND-ORBITS](http://phet.colorado.edu/de/simulation/gravity-and-orbits)

Interaktive Materialien sind nicht durch Lerngehalt gebremst. Auch Spiele fallen in diese Kategorie. Spiele mit realistisch wirkenden Kräften sind nicht nur besonders beliebt, sondern haben auch einen hohen Lerngehalt. Viele Schülerinnen und Schüler realisieren diesen Lerngehalt nicht bewusst.

Ein beliebtes Beispiel ist „Angry Birds“: Bei diesem Spiel geht es darum, die Eier der Vögel zu retten, welche von den feindlichen und gemeinen grünen Schweinen entführt wurden. Die Vögel werden dazu auf Gebäude (aus Holzbalken odgl.), bewohnt von grünen Schweinen, geworfen werden. Diese verschiedenen Vögel gehorchen dabei den Gesetzen der Physik. Je nach Form und Größe bzw. Gewicht des Vogels verhalten sich die Flugeigenschaften anders. An einer Zwillie (Steinschleuder) lassen sich die Abschussstärke und der Abschusswinkel einstellen. Die Vögel folgen beim Flug einer klassischen Wurfparabel.

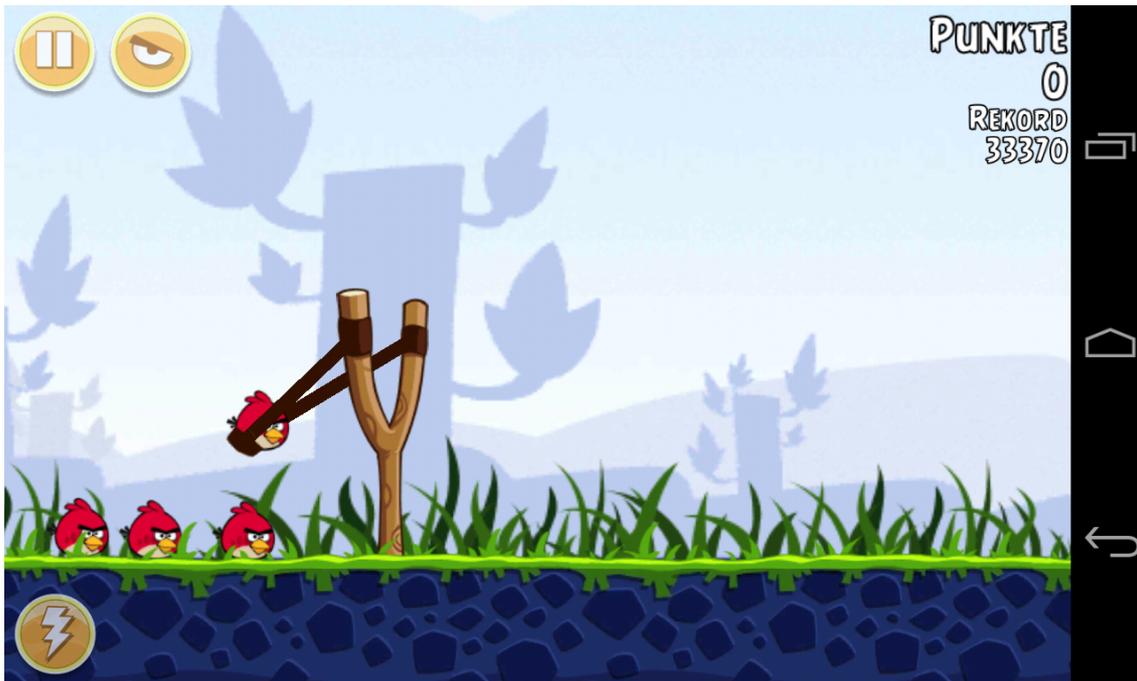


ABBILDUNG 3 – EINSTELLUNG VON ABSCHUSSGESCHWINDIGKEIT UND ABSCHUSSWINKEL, SCREENSHOT VON „ANGRY BIRDS“ VIA NEXUS 4

PHYSICAL COMPUTING

Unter „physical computing“ versteht man verschiedenste Systeme, welche sich mit der Interaktion zwischen Menschen und der digitalen Welt befassen.

Um diese Formulierung nun ein wenig genauer zu erklären, eignet sich folgendes Beispiel besonders gut: Moderne Telefone besitzen verschiedenste Sensoren und Funktionen, über welche die Besitzer oft nur in geringem Maß Kenntnis besitzen. Die meisten handelsüblichen Smartphones, auch bereits ältere Handys sind mit dieser Technik ausgestattet, besitzen Beschleunigungssensoren, so genannte G-Sensoren. Dieses Messinstrument misst die Beschleunigung des Mobiltelefons, wenn es bewegt wird. Es gibt verschiedene Apps, um die Beschleunigung zu messen bzw. anzuzeigen.

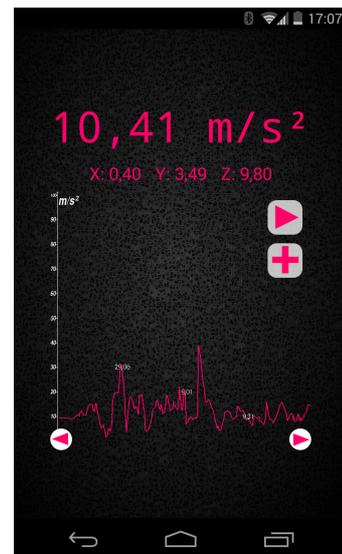


ABBILDUNG 4 –
BESCHLEUNIGUNGSDIAGRAMM,
SCREENSHOT VIA NEXUS 4



ABBILDUNG 5 – SKATEBOARDER MIT BESCHLEUNIGUNGSMESSER, VON ALICE SCHMIT

Ein Sensor alleine ist noch nicht „physical computing“, es fehlt noch der Part des Menschen.

Bei einem Experiment soll die Beschleunigungskurve eines Skateboardfahrers bestimmt werden. Dabei steckt eine Schülerin/ein Schüler das Handy in die Hosentasche und holt auf dem Skateboard stehend Schwung. Die App registriert dabei die Veränderung der Geschwindigkeit und speichert diese. Bei einigen Apps lassen sich aus den gewonnenen Daten auch Diagramme erstellen.

„Physical computing“ im Unterricht ermöglicht das direkte Erleben von Experimenten mit dem eigenen Körper. Die Sinne des Menschen sind gefragt, um neben empirischen Ergebnissen auch emotionale zu sammeln. Diese Resultate sind ebenso bei der Lösung einer Aufgabenstellung zu berücksichtigen.

Die Medien, die bei „physical computing“ neben den eigenen Sinnen noch zum Einsatz kommen, können vielfältig sein.

Beispielsweise gibt es eigene Messgeräte, welche Bewegung, Beschleunigung, Stromstärke usw. messen können. Ein Beispiel eines solchen Messgeräts ist das XPLORER GLX.¹⁵ Das eigentliche Messgerät ist nichts anderes als ein Mini-Computer, welcher Berechnungen und Messungen durchführt. Man kann dann verschiedene Messinstrumente hinzukaufen, welche verschiedenste Größen messen können. Leider ist das Gerät sehr teuer in der Anschaffung.

Die kostengünstigere Variante (aus Schul-Sicht) sind die Smartphones. Die meisten Jugendlichen besitzen eines dieser heiß begehrten Geräte. Diese multimedialen Alleskönner lassen sich mit den richtigen Applikationen in High-Tech-Physikmessinstrumente verwandeln. Außerdem bieten einige Firmen spezielle Messinstrumente inklusive Software an, welche sich problemlos an Smartphone oder Tablett anschließen lassen. So kann man auch den Sauerstoffgehalt der Luft, Spannungen udgl. messen.

Ein weiteres Beispiel sind Arduino oder MaKey MaKey.

Bei Arduino handelt es sich um einen Mikrokontroller, der mit verschiedensten Programmen gesteuert werden kann. Es lassen sich auch eigene Spiele dafür programmieren, beispielsweise mit Scratch.¹⁶

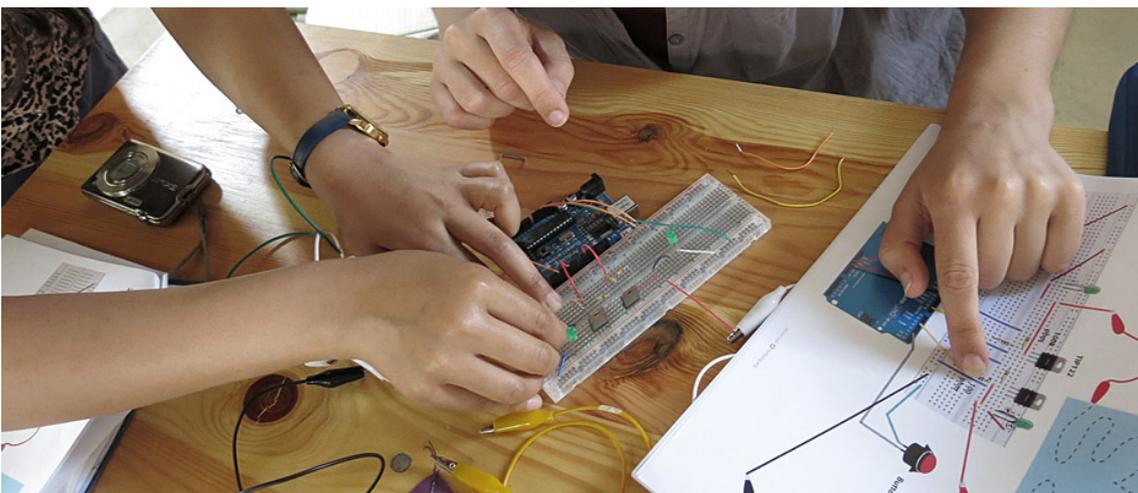


ABBILDUNG 6 – EINSATZ ARDUINO, QUELLE:
[HTTP://ARDUINO.CC/EN/PUB/SKINS/ARDUINOWIDE_SSO/SLIDER_HOME/H_02.JPG](http://arduino.cc/en/pub/skins/arduinowide_sso/slider_home/h_02.jpg)

¹⁵ vgl. PASCO: http://www.pasco.com/prodCatalog/PS/PS-2002_xplorer-glx/index.cfm, letzter Zugriff: 18.03.14

¹⁶ vgl. Arduino: <http://playground.arduino.cc/Interfacing/Scratch>, letzter Zugriff: 18.03.14

MaKey MaKey ist ein Bausatz, mit welchem kleine Stromkreise gebaut werden können. Man schließt einen Stromkreis, indem man einen Gegenstand berührt. Das wird von MaKey MaKey registriert und ein Signal wird an den Computer geschickt. So kann man zum Beispiel ein Musikinstrument bauen.¹⁷



ABBILDUNG 7 – FUNKTIONSWEISE MAKEY MAKEY, QUELLE:
[HTTP://MAKEYMAKEY.COM/HOWTO/MAKEY_LINE_DRAWING.JPG](http://makeymakey.com/howto/makey_line_drawing.jpg)

¹⁷ vgl. MaKey MaKey: <http://makeymakey.com/>, letzter Zugriff: 18.03.14

UNTERRICHTSSZENARIEN

AUSWAHL

Um eine adäquate Auswahl einiger Themen für jede Schulstufe der Sekundarstufe I zu finden - hierbei ist zu beachten, dass der Physikunterricht erst mit der 6. Schulstufe beginnt - habe ich den Lehrplan der AHS-Unterstufe als Leitfaden herangezogen und mit verschiedenen Schulbüchern gearbeitet.

Um eine adäquate Auswahl an Stoffgebieten zu treffen, habe ich den Lehrplan¹⁸ für Physik in der Sekundarstufe I betrachtet. Alle Themengebiete wurden betrachtet und es wurde die Möglichkeit von IKT-Einbindung analysiert. Dabei sollte beachtet werden, dass speziell jene Themenbereiche betrachtet werden, bei denen die Realität besonders schwierig zu begreifen ist.

Als Beispiel möchte ich an dieser Stelle das Thema „Körper bestehen aus Teilchen“ anführen. Hierbei fällt es vielen Schülerinnen und Schülern schwer, sich vorzustellen, dass die Realität aus vielen kleinen Teilchen besteht. Spezielle Modelle helfen den Kindern, sich diese kleinsten Teilchen (=Atome) vorzustellen. Ausgewählte Medien können diese Vorstellung noch zusätzlich unterstützen.

Informations- und Kommunikationstechnologien sollen den Schülerinnen und Schülern den Unterricht erleichtern, ihr Vorstellungsvermögen unterstützen und auch Freude bereiten.

Folgende Stoffauswahl wurde getroffen, da sich die angeführten Bereiche entweder mit Geschehnissen auf der mikroskopischen Ebene beschäftigen, welche durch IKT besser verständlich werden, oder mit Aspekten auseinandersetzen, welche für das menschliche Auge zu schnell ablaufen bzw. unsichtbar sind:

6. Schulstufe

- Die Welt, in der wir uns bewegen
- Körper bestehen aus Teilchen
- Der Traum vom Fliegen

7. Schulstufe

- Unser Leben im „Wärmebad“
- Elektrische Phänomene sind allgegenwärtig
- Elektrotechnik macht alles möglich

8. Schulstufe

- Elektrizität bestimmt unser Leben

¹⁸ Bundesministerium für Unterricht Kunst und Kultur (2000): Lehrplan AHS-Unterstufe Physik. BGBl. II Nr. 133/2000. Quelle: <http://www.bmukk.gv.at/medienpool/791/ahs16.pdf>. Letzter Zugriff: 18.03.14

- Die Welt des Sichtbaren
- Gekrümmte Wege auf der Erde und im Weltall

Bei diesen Überschriften handelt es sich um die Titel der einzelnen Stoffgebiete laut Lehrplan. Diese Bezeichnungen mögen nun noch etwas vage erscheinen, werden im Folgenden allerdings konkretisiert und detailliert betrachtet.

Im Folgenden handelt es sich nicht um ausgearbeitete Unterrichtsplanungen - da sämtliche Unterrichtsplanungen früher oder später nicht mehr unabhängig von den zu unterrichtenden Klassen betrachtet werden können, sondern in direktem Zusammenhang mit diesen stehen. Das Arbeitstempo, das Leistungsniveau und die Klassengemeinschaft gehören auch in die Unterrichtsplanungen der Lehrkräfte miteinbezogen.

Daher findet man auf den folgenden Seiten Unterrichtsszenarien. Diese sind weder an einen Stundenplan noch an eine Schulstunde geknüpft, sondern beziehen sich auf ein (kleines) Thema.

Jedes Szenario beinhaltet eine (interaktive Animation), eine theoretische Einführung, einen Versuch und eine kleine Wissensüberprüfung, welche auch als Hausaufgabe verwendet werden kann.

Es ist zu beachten, dass die Erläuterung der Theorie direkt aus den einzelnen Schulbüchern entnommen ist und nicht abgewandelt wurde, da es um die Einbettung von Informations- und Kommunikationstechnologien geht und nicht um die Erläuterung von physikalischen Effekten auf Schüler/innenniveau.

2. KLASSE AHS/NMS – 6. SCHULSTUFE

DIE WELT, IN DER WIR UNS BEWEGEN

REIBUNG

ANIMATION

Aufgabenstellung: Sieh dir folgende Animation im Internet an. Wann macht man sich die Reibung zu nütze bzw. wann kommt sie in deinem Alltag vor? Nenne für jede Reibungsart zwei Beispiele! Versuche mit verschiedenen schweren Holzquadern und einem Kraftmesser den Einfluss der Masse des Quaders zu deuten!

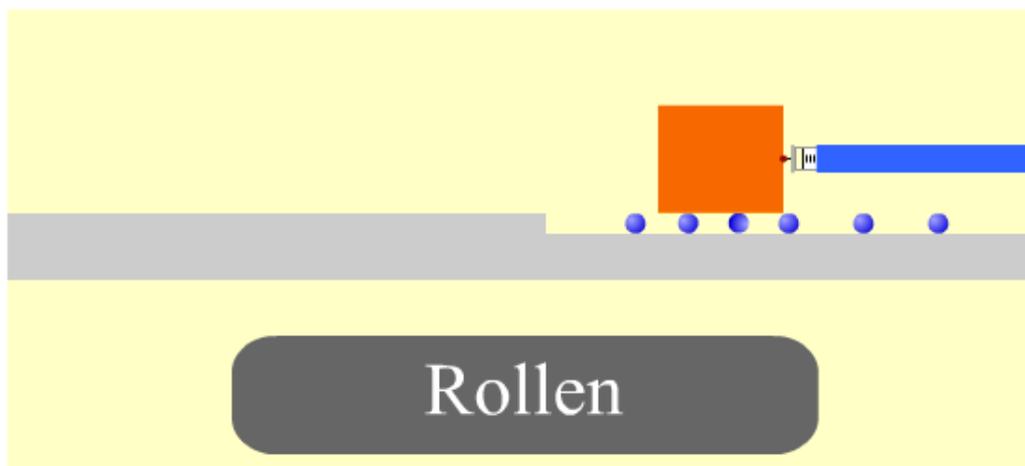


ABBILDUNG 8 – ROLLREIBUNG, QUELLE: [HTTP://WWW.LEIFIPHYSIK.DE/THEMENBEREICHE/REIBUNG-UND-FORTBEWEGUNG#REIBUNGSKRAFT](http://www.leifiphysik.de/themenbereiche/reibung-und-fortbewegung#reibungskraft)

Begründung der Auswahl:

Die oben gezeigte Animation eignet sich besonders gut die verschiedenen Arten der Reibung miteinander zu vergleichen. Dadurch, dass sich auch Kraftpfeile anzeigen lassen, ermöglicht man den Schülerinnen und Schülern die Unterschiede der verschiedenen Reibungsarten zu verstehen. Diese Animation eignet sich als Ergänzung zu dem zugehörigen Versuch. Dadurch, dass die Abläufe in der Animation viel langsamer von Statten gehen, haben die Jugendlichen die Möglichkeit die Vorgänge zu verstehen.

THEORETISCHE ERLÄUTERUNG

Unter Reibung versteht man jene Kraft, die Bewegung behindert. Auf rauen Oberflächen ist die Reibung größer als auf glatten Oberflächen.

Keine Oberfläche ist ganz glatt, unter dem Mikroskop werden kleinste Unebenheiten sichtbar. Diese Unebenheiten verursachen die Reibung, indem sie sich gegeneinander bewegen und teilweise sogar verhaken.

Die Reibung kann man sogar durch Aneinanderpressen der Oberflächen verstärken.

Wir unterscheiden verschiedene Arten von Reibung:

- Haftreibung
- Gleitreibung
- Rollreibung

Haften zwei Oberflächen aneinander, können sich die Oberflächen verhaken, man spricht von der Haftreibung. Bewegen sich zwei Oberflächen gegeneinander, rutschen die Unebenheiten übereinander hinweg, man spricht von Gleitreibung. Die Haftreibung ist größer als die Gleitreibung, genau genommen geht die Haftreibung in die Gleitreibung über (siehe Animation).

Die Rollreibung ist die kleinste Art der Reibung. Man spricht von Rollreibung, wenn ein Stoff über Rollen hinwegrollt. Diese Kraft macht man sich bei Kugellagern zunutze.

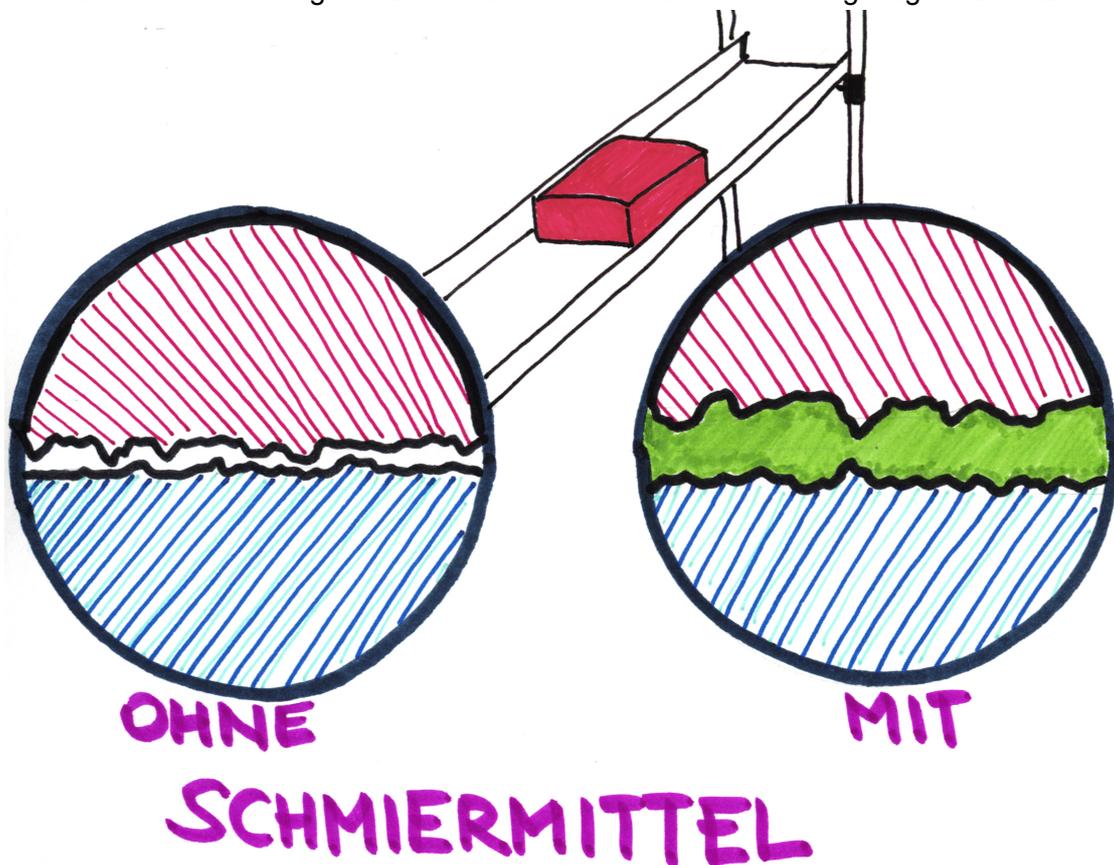


ABBILDUNG 9 – REIBUNG „GLATTER“ OBERFLÄCHEN MIT UND OHNE SCHMIERMITTEL, VON ALICE SCHMIT, NACHEMPFUNDEN DUENBOSTL, T.; MATHELITSCH, L.; OUDIN, T. (2001). PHYSIK ERLEBEN 2. ÖSTERREICHISCHER BUNDESVERLAG SCHULBUCH GMBH & CO. KG, 1. AUFLAGE, S. 41.

Man kann die Reibung noch weiter verkleinern, indem man ein Schmiermittel verwendet. Schmiermittel haben eine geringe innere Reibung (innerhalb des Stoffes),

und werden überall dort verwendet, wo Reibung vermieden oder verringert werden soll.¹⁹

VERSUCH

Material: Radiergummi, Seifenlauge, Holzlineal, Faden

Versuchsaufbau: Lege das Lineal so auf den Tisch, dass das eine Ende höher als das andere liegt. Verwende dazu zum Beispiel deine Federschachtel. Binde den Radiergummi an dem Faden fest. Lege nun den Radiergummi darauf und versuche ihn über das Lineal zu ziehen. Was kannst du beobachten?

Trage nun die Seifenlauge auf das Lineal auf, achte darauf, dass die Rutschfläche ganz bedeckt ist. Legen nun wieder den Radiergummi darauf und ziehe ihn über das Lineal nach unten. Was kannst du nun beobachten?



ABBILDUNG 10 – VERSUCH REIBUNG, FOTOGRAFIE VON ALICE SCHMIT

Lösung: Zu Beginn ist es schwierig den Radiergummi zu ziehen (Haftreibung). Sobald der Radiergummi in Bewegung ist, benötigt man weniger Kraft, um ihn über das Lineal zu ziehen (Gleitreibung).

¹⁹ vgl. Kaufmann, E.; Zöchling, A.; Mašin, C.; Grois, G. (2013). Physik verstehen 2. Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co.KG, 1. Auflage, S 22-23



Hat man erst das Schmiermittel (Seifenlauge) auf das Lineal aufgetragen, rutscht der Radiergummi alleine über das Lineal bzw. man muss nur die Haftreibung überwinden. Die Schwerkraft reicht aus, um die Gleitreibung zu überwinden.

WISSENSÜBERPRÜFUNG

Kreuze die passende Art der Reibung an!

	Haftreibung	Gleitreibung	Rollreibung	Innere Reibung
Schuhsohle – Fußboden				
Kugellager				
Bremsen				
Ausrutschen am Ölfleck				

KÖRPER BESTEHEN AUS TEILCHEN

AGGREGATZUSTÄNDE UND TEMPERATUR

ANIMATION

Arbeitsauftrag: Verändere die Temperatur innerhalb der Box mit dem Schieberegler (schwarz bedeutet kalt, rot bedeutet heiß). Wie verändert sich das Verhalten der Teilchen, wenn die Temperatur zunimmt?

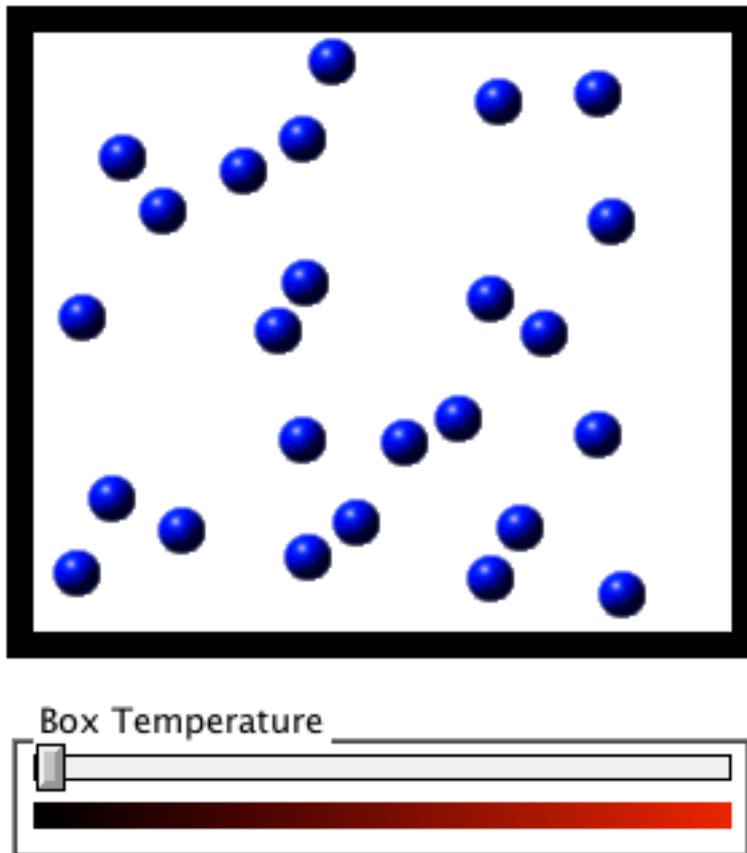


ABBILDUNG 11 – TEILCHENBEWEGUNG IN ABHÄNGIGKEIT VON DER TEMPERATUR, QUELLE: [HTTP://PHYSICS.UNIFR.CH/PK2000/BEC/TEMPERATURE.HTML](http://physics.unifr.ch/pk2000/bec/temperature.html)

Begründung der Auswahl:

Diese Animation ist leicht verständlich und bedarf keiner langen Einleitung. Schülerinnen und Schüler lernen durch die Ausgabe den Zusammenhang zwischen Temperaturerhöhung und Teilchenbewegung kennen. Auch ohne weitere Erläuterung können die Kinder erkennen, dass die Temperatur der Box zunimmt, da sie rot wird (ähnlich wie bei einem erhitzten Metall).

THEORETISCHE ERLÄUTERUNG

Die Stoffe in unserer Umwelt kommen in verschiedenen Zuständen vor: fest, flüssig oder gasförmig. Diese Zustände werden als Aggregatzustände bezeichnet.

Alle Stoffe bestehen aus kleinsten Teilchen. Wenn man Zucker in Wasser auflöst, kann man ihn zwar nicht mehr sehen, aber er ist trotzdem noch da. Man kann ihn noch immer schmecken. Der Zucker im Wasser ist nicht verschwunden, sondern nur in sehr kleine Teile zerfallen.

Demokrit von Abdera nahm vor etwa 2400 Jahren an, dass alle Stoffe aus unteilbaren kleinsten Teilchen bestehen, den sogenannten Atomen.

Wir werden uns im weiteren Verlauf diese Atome als Kügelchen vorstellen, woraus alle Stoffe bestehen. Dieses Modell (Teilchenmodell) von kleinen Kugeln entspricht nicht der Wirklichkeit, hilft uns aber, die Realität zu verstehen.

Zwischen den kleinsten Teilchen dieser Stoffe herrschen Kräfte - Anziehungskräfte. Je nach Teilchenart sind diese Kräfte unterschiedlich stark. Diese Kraft heißt Kohäsion und sorgt dafür, dass die Teilchen eines Stoffs zusammenhalten.

Je wärmer ein Stoff wird, desto schneller bewegen sich auch seine Teilchen.²⁰

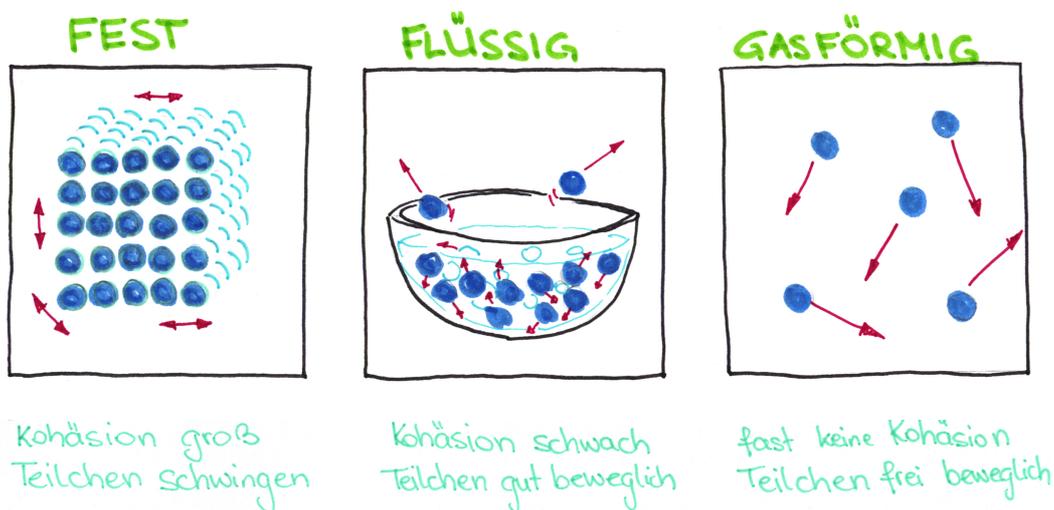


ABBILDUNG 12 – AGGREGATZUSTÄNDE (TEILCHENEBENE), VON ALICE SCHMIT, NACHEMPFUNDEN KAUFMANN, E.; ZÖCHLING, A.; MAŠIN, C.; GROIS, G. (2013). PHYSIK VERSTEHEN 2. ARBEITSHEFT. ÖSTERREICHISCHER BUNDESVERLAG SCHULBUCH GMBH & CO.KG, 1. AUFLAGE, S. 39.

²⁰ vgl. Kaufmann, E.; Zöchling, A.; Mašin, C.; Grois, G. (2013). Physik verstehen 2. Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co.KG, 1. Auflage, S 38-39

VERSUCH

Material: Plastik-/Glasflasche, Strohalm, Knetmasse zum Abdichten, Watte, Faden, Wasser, Ether

Versuchsaufbau: Fülle eine Flasche zur Hälfte mit Wasser. Bohre ein Loch in den Verschluss der Flasche und schiebe den Strohalm durch, sodass davon noch ca. 1 cm oben heraus schaut. Dichte den Strohalm mit Knetmasse ab. Tränke den Wattebausch mit Diethylether und hänge ihn rasch in die mit Wasser gefüllte Flasche, sodass der Wattebausch nicht das Wasser berührt und schraube die Flasche zu. Erkläre was passiert!

Lösung: Ether verdunstet sehr leicht. Die zusätzlichen Etherteilchen in der Luft üben zusammen mit den vorhandenen Luftteilchen einen Druck auf die Wasseroberfläche aus. Durch den erhöhten Druck innerhalb der Flasche wird das Wasser durch den Strohalm nach oben gedrückt.

WISSENSÜBERPRÜFUNG - LÜCKENTEXT

Je schneller sich die Teilchen eines Körpers bewegen, desto höher ist seine Temperatur. Durch die Aufnahme von Wärme wird die Temperatur eines Körpers erhöht, durch Abgabe von Wärme vermindert.

DER TRAUM VOM FLIEGEN

WIE FUNKTIONIEREN RAKETEN?

ANIMATION

Aufgabenstellung: Sieh dir folgende Simulation an! Ziel dieses „Spieles“ ist es, möglichst sanft auf der Mondoberfläche zu landen. Wie kannst du die Geschwindigkeit des Fallens regulieren? Überlege dir, welches physikalische Prinzip diesem Spiel zugrunde liegt!

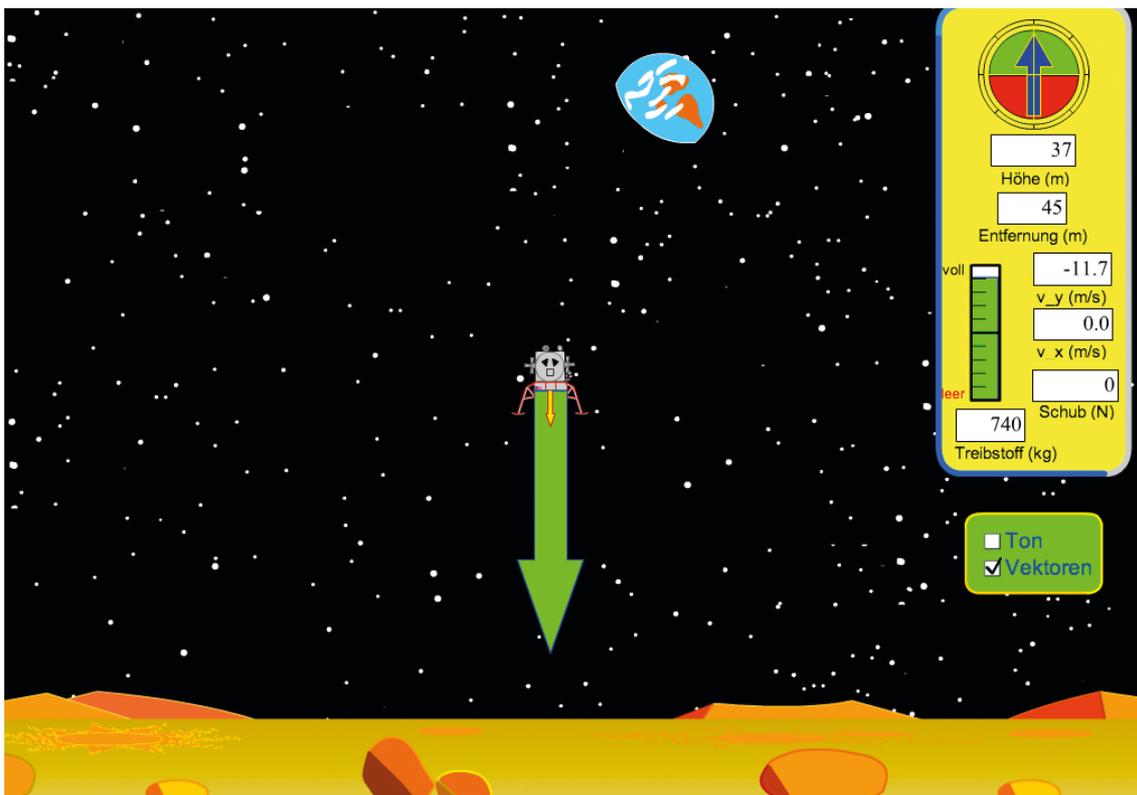


ABBILDUNG 13 – SIMULATOR MONDLANDUNG (MIT KRAFTVEKTOREN), SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE: [HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/LUNAR-LANDER](http://phet.colorado.edu/de/simulation/lunar-lander)

Begründung der Auswahl:

Durch diesen Simulator lernen die Schülerinnen und Schüler die Funktionsweise eines Schubantriebs kennen. Außerdem erfahren sie, wie die Gravitation die Änderung Fallgeschwindigkeit beeinflusst. Durch diesen spielerischen Zugang können die Jugendlichen verschiedene Situationen simulieren. Das Spiel ermöglicht ihnen Erfahrungen zu sammeln, welche im konventionellen Unterricht nicht darstellbar sind.

THEORETISCHE ERLÄUTERUNGEN

„Raketen zählen zu den interessantesten und neuesten Fortbewegungsmitteln. Die Natur kennt das Prinzip des Rückstoßantriebs schon viel länger. So saugen Tintenfische Wasser an, versuchen es zusammenzudrücken und stoßen es nach hinten ab. Dadurch bewegt sich der Tintenfisch nach vorne.“

Das Revolutionäre am Raketenprinzip ist aber, dass es überall funktioniert. Ein Schiff benötigt Wasser, damit es schwimmt. Ein Flugzeug braucht die Luft zum Fliegen. Eine Rakete kann sich aber überall bewegen: im Wasser, in der Luft oder auch im Weltall. Raketen arbeiten mit dem Rückstoßprinzip.

Das Prinzip des Raketenantriebes ist einfach:

Nimm einen schweren Gegenstand, zum Beispiel einen Medizinball, in die Hände und stelle dich auf einen Fuß. Wirf den Ball mit aller Kraft weg. Dabei wirst du wahrscheinlich das Gleichgewicht verlieren und umfallen. Warum?

Wenn du den Ball wegwirfst, übst du mit deiner Hand eine Kraft auf den Ball aus. Der Ball übt aufgrund seiner trägen Masse auch eine Kraft auf deine Hand und dich aus. Er versucht sich der Bewegung zu widersetzen. Genau diese Kraft führt dazu, dass du aus dem Gleichgewicht geworfen wirst.

Stelle dir vor, du sitzt in einem Boot mit vielen Steinen. Wenn du einen Stein nimmst und ihn nach hinten wegwirfst, übt deine Hand eine Kraft auf den Stein aus. Da der Stein eine Trägheit hat, wird er umgekehrt auch eine Kraft auf die Wurfhand ausüben. Es gibt zwei Kräfte, die entgegengesetzt, aber gleich groß sind: Die Kraft führt dazu, dass der Stein nach hinten fliegt. Die entgegengesetzte Kraft führt dazu, dass sich das Boot mit dir nach vorne bewegt. Das Boot wird sich nur wenig nach vorne bewegen, da die Trägheit des Bootes viel größer ist als die Trägheit des Steines.

Wenn es eine Kraft gibt, gibt es immer eine gleich große entgegengesetzte Kraft.

Natürlich verwendet man keine Steine für Raketen, aber das Prinzip ist dasselbe. Eine Rakete besteht aus einem Druckgefäß und einer Düse. Im Druckgefäß wird eine Substanz verbrannt. Das führt zu einem hohen Druck und die Teilchen der Abgase bewegen sich sehr schnell. Es fliegen viele Teilchen mit einer sehr hohen Geschwindigkeit in eine Richtung. Aufgrund der Gegenkraft wird die Rakete in die andere Richtung bewegt.

Die Rakete wird immer leichter, da der Treibstoff verbrennt. Eine leichtere Rakete hat auch eine geringere Trägheit und ist so einfacher zu beschleunigen.

Man unterscheidet zwischen Feststoff- und Flüssigstoffraketen. Bei der Feststoffrakete wird ein langsam brennender Sprengstoff, zum Beispiel Schwarzpulver, abgebrannt. Der gesamte feste Treibstoff befindet sich in der Brennkammer. Über die Düse kann der Abgasstrahl in verschiedene Richtungen gelenkt werden. Die Rakete ändert dann ihre Richtung. Der große Vorteil von Feststoffraketen besteht in der einfachen und billigen Bauweise. Leider kann man sie nicht mehr abschalten, wenn sie einmal gezündet wurden. Die Geschwindigkeit, die man mit diesen Raketen erreichen kann, beträgt rund 2500 Meter pro Sekunde.

Flüssigstoffraketen sind für die Raumfahrt besser geeignet. Es werden zwei Flüssigkeiten, der Brennstoff und der Oxidator (Sauerstoff-Lieferant), in die Brennkammer eingespritzt. In der Brennkammer verbrennen die beiden Flüssigkeiten. Es entsteht ein sehr großer Druck. Die erreichbare Geschwindigkeit beträgt rund 4500 Meter pro Sekunde. Diese Raketen kann man auch abschalten und zu einem späteren Zeitpunkt wieder einschalten. Leider gibt es auch Nachteile. Die Treibstoffe müssen in die Brennkammer gepumpt werden. Diese Pumpen sind sehr aufwändig gebaut. Es müssen ein paar hundert Liter Treibstoff pro Sekunde mit -200° Celsius in die Brennkammer gepumpt werden. Das stellt hohe Anforderungen an die Pumpen dar.“

[Gruber, Werner; Rupp, Christian. (2008). ganz klar: Physik 2. Verlag Jugend & Volk GmbH, Wien, S. 98-99]

FILM

Aufgabenstellung: WALL-E bewegt sich mit einem Feuerlöscher als Antrieb durch das Weltall. Funktioniert das auch in der Realität? Begründe! Welche Tiere machen sich einen solchen Antrieb zu Nutze?



ABBILDUNG 14 – SEQUENZ AUS WALT DISNEY'S „WALL-E“ (2006)

Begründung der Auswahl:

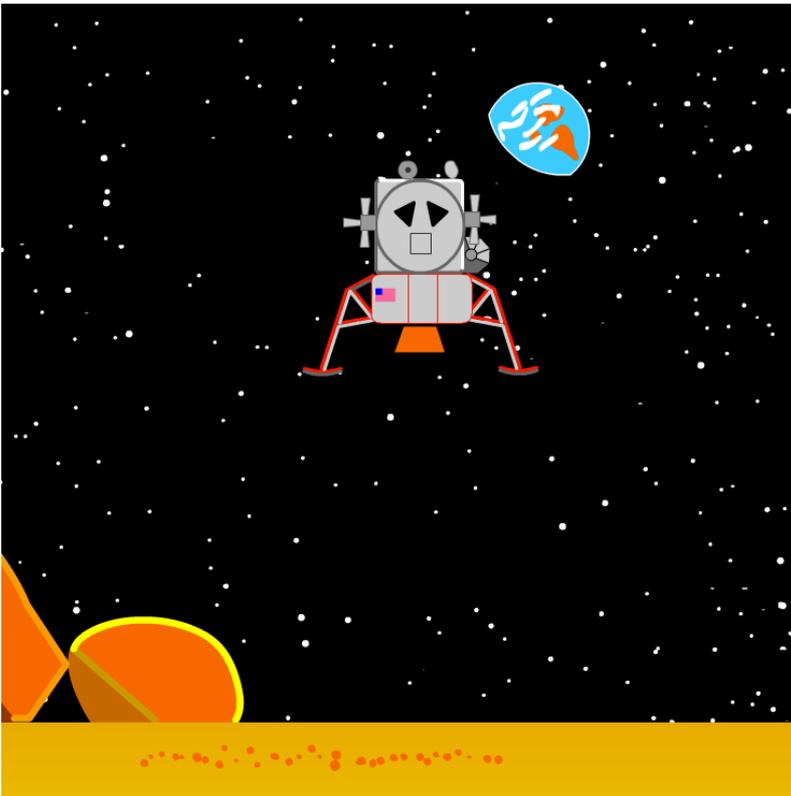
Der Film WALL-E bietet eine Vielzahl an Möglichkeiten für den Einsatz im Unterricht. Einerseits kann sein kritischer Betrachtungswinkel der Menschheit als Diskussionsgrundlage genutzt werden. Andererseits gibt es viele physikalische Gesetze, die in diesem Film präsentiert werden. Eine Frage die man den Schülerinnen und Schülern stellen kann, ist: „Gelten diese Gesetze auch in einem Raumschiff im Weltall?“

VERSUCH – LUFTBALLONRAKETE

Rolle ein Stück Papier zusammen, sodass ein Zylinder mit einem Durchmesser von ca. 1 cm entsteht. Durch diesen Zylinder führst du eine Schnur, die du zwischen zwei Stühlen spannst. Blase einen Luftballon auf (Achtung: nicht zubinden) und klebe ihn mit einem Klebestreifen an den Zylinder. Los geht's, lass den Luftballon los! Was kannst du beobachten? Für einen weiteren Versuch kannst du den Luftballon wieder aufblasen.

WISSENSÜBERPRÜFUNG

Aufgabenstellung: Zeichne in der ersten Abbildung die wirkenden Kräfte mit Pfeilen ein (Achtung kein Schub – Antrieb ist nicht gezündet)! In der zweiten Abbildung zündest du den Antrieb. Zeichne nun die wirkenden Kräfte ein! Was hat sich verändert?



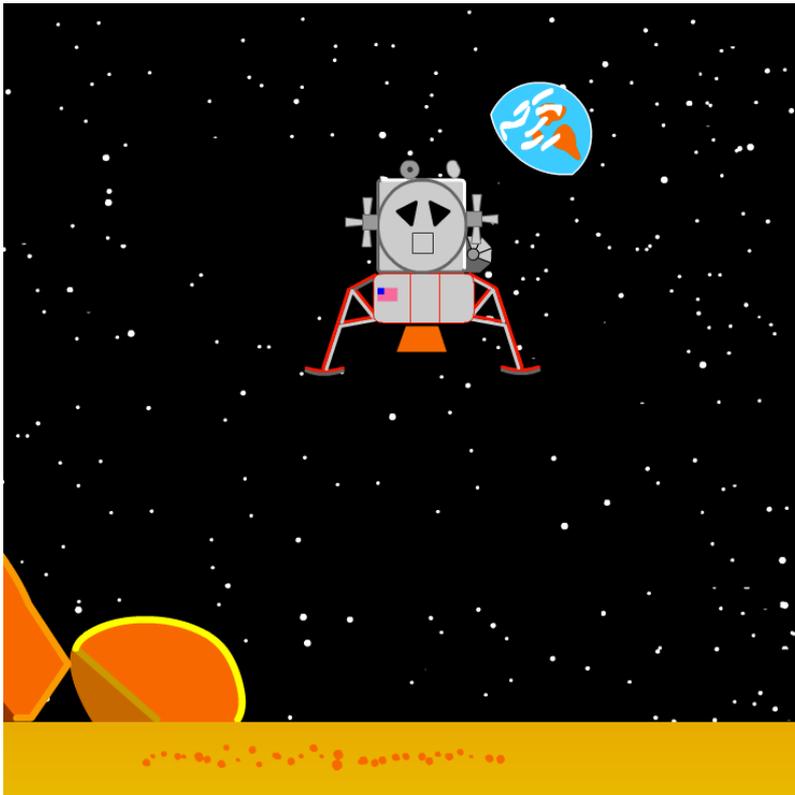


ABBILDUNG 15 – ARBEITSAUFTRAG, SIMULATOR MONDLANDUNG, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE [HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/LUNAR-LANDER](http://phet.colorado.edu/de/simulation/lunar-lander)

3. KLASSE AHS/NMS – 7. SCHULSTUFE

UNSER LEBEN IM „WÄRMEBAD“

TEMPERATUR UND ENERGIE

THEORETISCHE ERLÄUTERUNGEN

„WÄRME DURCH REIBUNG

Als es den Menschen in der Altsteinzeit gelang, Feuer zu machen, erhöhte sich ihre Lebensqualität ganz enorm. Sie konnten sich wärmen und mussten die Speisen nicht mehr roh essen. Mit der Entdeckung des „Feuerbohrers“ konnten sie trockenes Gras und feine Holzspäne entzünden.

Dass Reibung Wärme erzeugt, machst du dir an kalten Wintertagen zunutze, indem du deine Hände kräftig aneinanderreibst. Beim Herunterrutschen an einem Seil kannst du dir die Handflächen sogar verbrennen. Brems Scheiben am Auto können so warm werden, dass sie zu glühen beginnen, wenn bei einer Talfahrt die Bremsen zu lange betätigt werden. Auch die Spitze eines Bohrers kann sich beim Bohren sehr stark erwärmen. Was passiert in all diesen Beispielen? Es wird Reibungsarbeit verrichtet und dabei Energie auf die Körper übertragen. Dadurch erhöht sich deren Temperatur.

Wenn an einem Körper Reibungsarbeit verrichtet wird, vergrößert sich seine Energie. Dabei erhöht sich seine Temperatur.

DER INNERE AUFBAU VON KÖRPERN

Um zu erklären, was in Körpern passiert, wenn sie erwärmt oder abgekühlt werden, müssen wir in ihr Inneres schauen. Alle Körper sind aus kleinsten Teilchen aufgebaut, zwischen denen Anziehungskräfte wirken. Diese Teilchen sind in ständiger Bewegung.

TEMPERATUR UND TEILCHENBEWEGUNG

Wenn einem Körper Energie zugeführt wird, dann kann sich die Bewegung der Teilchen verstärken. Das macht sich durch eine Temperaturzunahme bemerkbar. Die Bewegungsenergie aller Teilchen zusammen wird als innere Energie des Körpers bezeichnet.

Je höher die Temperatur eines Körpers ist, desto stärker bewegen sich die Teilchen, aus denen er aufgebaut ist, und desto größer ist seine innere Energie.

ENERGIEÜBERTRAGUNG DURCH WÄRME

Wenn man Wasser erwärmen will, dann verwendet man eine Wärmequelle, z.B. eine Herdplatte. Von der Platte wird Energie in Form von Wärme an das Wasser übertragen. Diese Art der Energieübertragung ist dir sicherlich bekannt. Immer dann, wenn sich zwei Körper mit unterschiedlichen Temperaturen berühren oder vermischen, geht Energie vom wärmeren Körper auf den kälteren über, bis die Temperaturdifferenz ausgeglichen ist. Dabei nimmt die innere Energie des wärmeren Körpers ab, die des kälteren Körpers nimmt zu.

ENERGIEÜBERTRAGUNG DURCH ARBEIT

Auch ohne Wärmequelle kann man die innere Energie eines Körpers und damit seine Temperatur erhöhen. Wird an einem Körper z. B. Reibungsarbeit verrichtet, dann

nimmt seine innere Energie zu. Eine Bohrerspitze oder die Bremsscheibe eines Autos können sehr heiß werden.

Ein Eisenstück, das mit einer Feile bearbeitet wird, erwärmt sich ebenso wie ein Eisendraht, der mehrmals hin- und hergebogen wird. Die am Körper verrichtete Arbeit erhöht seine innere Energie.

Die innere Energie eines Körpers kann erhöht werden, indem man ihm Wärme zuführt oder Arbeit an ihm verrichtet.

ENERGIEVERLUSTE?

Ein Fahrzeug wird abgebremst. Was geschieht dabei mit seiner Bewegungsenergie? Unterschiedliche Energieformen (Bewegungsenergie, Lageenergie, Spannenergie, elektrische Energie usw.) lassen sich nicht vollständig ineinander umwandeln. Ein Teil der Energie wird als Wärme abgegeben. Das gilt auch für die Umwandlung der Bewegungsenergie beim Bremsen. Die Bremsscheiben werden heiß.

Bei Energieumwandlungen entsteht immer auch Wärme (durch Reibung). Energie geht nicht verloren.“

[Barmer, M.; Boldt, J.; Ciprina, H.; Fröchtenicht, E.; Heide, G.; Hell, K.; Leupold, J.; Maiworm, M.; Méndez, A.; Peppmeier, R.; Wallaschek, S.; Willmer-Klumpp, C. (2008). PRISMA Physik 3, Ernst Klett Verlag GmbH, 1. Auflage, S. 8-9]

ANIMATION

Aufgabenstellung: Probiere verschiedene Situationen beim Skateboarden aus. Wie verhält sich die Geschwindigkeit des Skateboardfahrers, wenn die Reibung sehr groß/klein ist? Welche Aussage lässt sich allgemein formulieren?

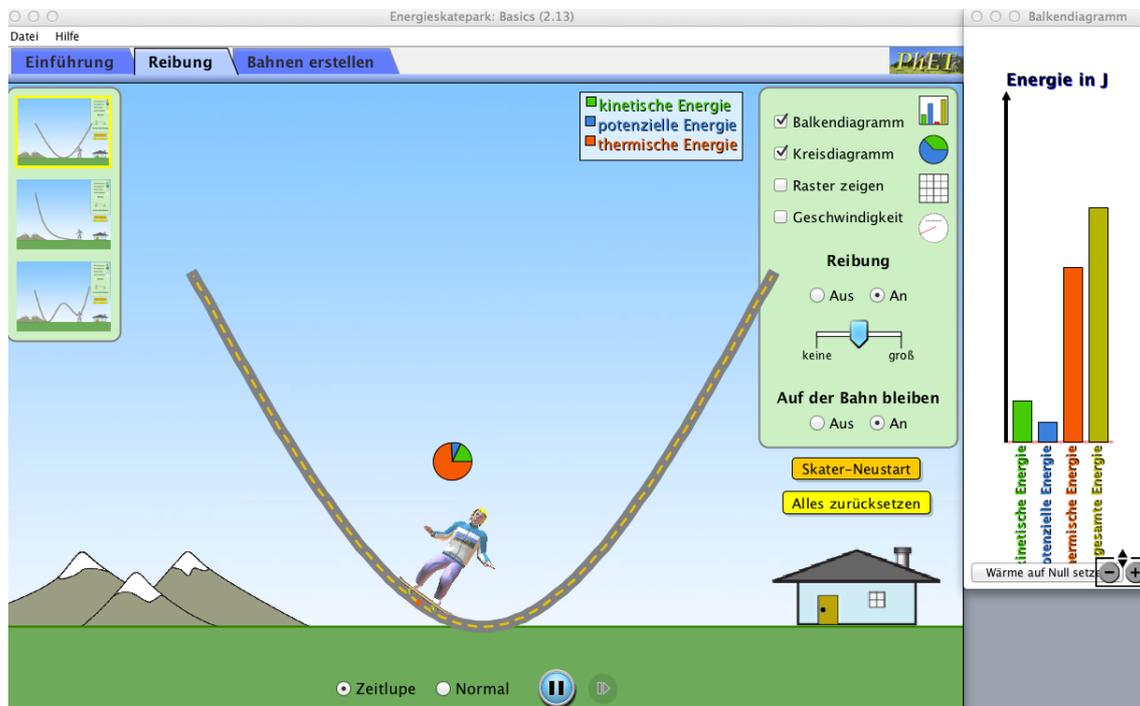


ABBILDUNG 16 – ENERGIE, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE:
[HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/ENERGY-SKATE-PARK-BASICS](http://phet.colorado.edu/de/simulation/energy-skate-park-basics)

Begründung der Auswahl:

Diese Simulation stellt den Zusammenhang zwischen kinetischer, potentieller und thermischer Energie sehr gut am Beispiel des Skateboarders dar. Die Schülerinnen und Schüler lernen an einem einfachen Beispiel die Auswirkung von Reibungskräften und die Energieumwandlungen kennen. Dadurch verstehen sie schneller, dass Energie nicht verloren geht, sondern lediglich umgewandelt wird.

Aufgabenstellung: Wie verändert sich die Temperatur des Wassers, wenn du Energie zuführst? Erkläre, warum die Radfahrerin hungrig wird und dadurch langsamer tritt! Woher nimmt der Mensch seine Energie zum in die Pedale treten?



ABBILDUNG 17 – ENERGIE UND TEMPERATUR, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE: [HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/ENERGY-FORMS-AND-CHANGES](http://phet.colorado.edu/de/simulation/energy-forms-and-changes)

Begründung der Auswahl:

Diese Simulation ermöglicht den Schülerinnen und Schülern Energieumwandlungen auf vielfältige Weisen kennen zu lernen. Durch das Austauschen von Akteuren können verschiedene Arten von Energie in andere Arten umgewandelt werden. Dadurch erkennen Jugendliche, dass unterschiedliche Energieformen durchaus die selbe Wirkung haben.

ELEKTRISCHE PHÄNOMENE SIND ALLGEGENWÄRTIG

ELEKTRISCHE KRÄFTE UND LADUNGEN

ANIMATION

Arbeitsauftrag: Lade John Travoltage elektrisch auf, indem du mit seinem Fuß über den Teppich streifst. Indem du seine Hand Richtung Türknauf bewegst, entlädt sich die Spannung. Welchen Zusammenhang kannst du zwischen Ladungsmenge und Entfernung zum Türknauf feststellen? Aus welchem Material, vermutest du, sind John Travoltages Schuhe bzw. der Teppich?



ABBILDUNG 18 – ENTLADUNG AM TÜRKNAUF, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE [HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/TRAVOLTAGE](http://phet.colorado.edu/de/simulation/travoltage)

Begründung der Auswahl:

Diese Simulation ermöglicht Schülerinnen und Schülern das alltägliche Phänomen des „Elektrisieren“ genauer zu verstehen. Erst auf der Teilchenebene kann man sehen, was tatsächlich passiert. Das menschliche Auge ist nicht in der Lage elektrische Ladungen wahrzunehmen. Es ist uns nur möglich die Entladung in Form eines kleinen Blitzes zu sehen. Durch diese Simulation können Kinder die Beziehung zwischen Grad der Aufladung und Distanz zu einem anders geladenen Körper kennen lernen.

THEORETISCHE ERLÄUTERUNGEN

Manche Materialien, wie zum Beispiel Kunststoffe und Glas, können durch Reibung elektrisch aufgeladen werden. Dadurch können sie leichte Gegenstände anziehen, wie beispielsweise Papierschnipsel.

Es gibt verschiedene Arten von Ladung. Der Franzose Charles du Fay experimentierte mit Glas und Bernstein. Dabei erkannte er, dass es tatsächlich zwei Arten von elektrischen Ladungen gibt. Er unterschied zwischen „Glaselektrizität“ und „Harzelektrizität“. Heute weiß man, dass es sich dabei um positive (+) und negative Ladung (-) handelt. Mit Hilfe einer Glimmlampe kann man die Ladungsarten unterscheiden.

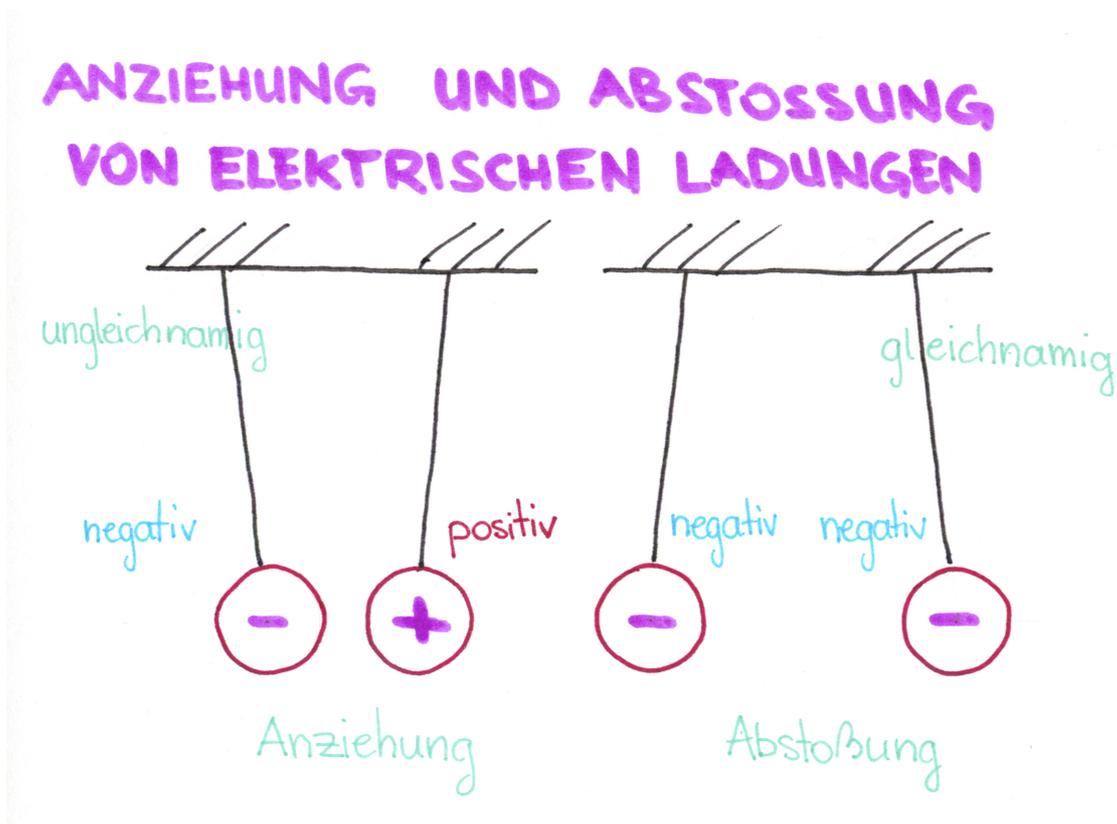


ABBILDUNG 19 – ANZIEHUNG UND ABSTOSSUNG VON ELEKTRISCHEN LADUNGEN, VON ALICE SCHMIT

Man kann Körper elektrisch laden, indem man sie an bestimmten Körpern reibt. Dabei werden Elektronen aus der Atomhülle gelöst. Beim Körper mit mehr Elektronen spricht man von Elektronenüberschuss (Seidentuch), beim Körper mit weniger Elektronen spricht man von Elektronenmangel (Glas). Das Glas und das Seidentuch waren vor dem Reiben elektrisch neutral. Durch die Reibung haben sich Elektronen aus dem Glas gelöst und sind in das Seidentuch übergegangen.

- Körper mit Elektronenüberschuss sind negativ geladen.
- Körper mit Elektronenmangel sind positiv geladen.
- Elektrisch neutrale Körper haben gleich viele positive und negative Ladungen.

Elektrische Ladungen möchten sich gleichmäßig verteilen. Dieser Elektronenausgleich ist nur möglich, wenn sie durch einen leitfähigen Körper wandern können.

Wenn man sich elektrisch auflädt, zum Beispiel beim Anziehen der Jacke, kann man sich wieder entladen, wenn man auf Metall greift. Der elektrische Schlag, den man erhält, ist typisch für eine Entladung (siehe Animation).²¹

VERSUCH

Material: Wanne mit Wasser, Papierschiffchen, Plastiklineal, Wolle

Versuchsaufbau: Setze das Schiffchen auf das Wasser in der Wanne. Lade das Plastiklineal elektrisch auf (reibe es an der Wolle). Nähere dich nun dem Schiffchen. Was kannst du beobachten?



ABBILDUNG 20 – VERSUCH ELEKTROSTATIK, FOTOGRAFIE VON ALICE SCHMIT

Lösung: Infolge der Wechselwirkung besteht eine Anziehungskraft zwischen dem Schiffchen und dem Lineal.

²¹ vgl. Kaufmann, E.; Zöchling, A.; Mašin, C.; Grois, G. (2013). Physik verstehen 3. Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co.KG, 1. Auflage, S 52-53

WISSENSÜBERPRÜFUNG

Deute durch Pfeile an, ob bei den elektrisch geladenen Kugeln Anziehung oder Abstoßung erfolgt!



ELEKTROTECHNIK MACHT ALLES MÖGLICH

ELEKTRISCHE LICHTQUELLEN

FILM

Aufgabenstellung: Passt gut während des Films auf! Im Anschluss gibt es eine Diskussionsrunde!



ABBILDUNG 21 – SEQUENZ AUS „ELEKTRISCHER STROM“ VON
[HTTP://WWW.FILMSORTIMENT.DE/ELEKTRISCHER-STROM/DVD/UNTERRICHTSFILM-LEHRFILM-SCHULFILM/631](http://www.filmsortiment.de/elektrischer-strom/dvd/unterrichtsfilm-lehrfilm-schulfilm/631)

Begründung der Auswahl:

Der Film ermöglicht einen langsamen Einstieg in das neue Thema. Durch die einfache Sprache und verständlichen Erklärungen können die Schülerinnen und Schüler dem Inhalt ohne Probleme folgen. Ein besonderes Augenmerk liegt auch auf dem geschichtlichen Hintergrund der Erfindungen. Diesen kann man gut nutzen, um die Funktionsweise der verschiedenen Leuchtmittel zu wiederholen/erklären.

THEORETISCHE ERLÄUTERUNGEN

„WIE WIRD LICHT DURCH STROMFLUSS ERZEUGT?“

Wandernde Elektronen stoßen Elektronen in einer Atomhülle auf eine höhere Bahn (=Energieerhöhung). Beim Zurückfallen geben diese Elektronen Energie in Form von Licht ab.

WIE FUNKTIONIEREN GLÜH- UND HALOGENLAMPEN?

Der englische Forscher Humphry Davy (1778-1829) erhitzte einen Platindraht durch Stromfluss so stark, dass er zu glühen begann. Thomas Alva Edison (1847-1931) präsentierte 1879 seine Kohlefadenglühlampe und entwickelte die schraubbare Lampenfassung (Edison-Gewinde). Der österreichische Chemiker und Erfinder Carl Auer von Welsbach (1858-1929) erfand 1898 die erste Metallfadenlampe mit einem Glühdraht aus Osmium.

Die heutigen Glühlampen haben als Glühdraht einen etwa 0,01 mm dicken und doppelt gewendelten Wolframfaden (Schmelzpunkt: 3422° C), der bei etwa 2500° C zur Weißglut gebracht wird. Nur etwa 5% der zugeführten Energie wird in Licht umgewandelt.

Die heißen Wolframdrähte verbrennen bei Luftkontakt mit dem Sauerstoff. Daher schließt man sie in einen mit Stickstoff und Argon gefüllten Glaskolben ein. Der Draht brennt aber trotzdem nach einiger Zeit durch, da das Metall langsam verdampft.

Halogenlampen enthalten zusätzlich eine kleine Portion Iod (aus der Elementgruppe der Halogene). Dadurch können diese Lampen bei ca. 3200° C betrieben werden. Die verdampfenden Wolframatomte werden durch den Iodzusatzt wieder zum Glühdraht zurückgebracht. Das Licht ist daher weißer als bei Glühlampen, die Lebensdauer doppelt so hoch. Halogenlampen sollst du nicht mit bloßen Händen angreifen, da sich das auf dem Kolben haften bleibende Hautfett (Fingerabdruck) bei Betrieb der Lampe einbrennt und den Kolben verschmutzt.

WIE FUNKTIONIEREN LEUCHTSTOFFRÖHREN?

Leuchtstoffröhren enthalten das Edelgas Argon und ein wenig Quecksilber. Beim Zünden der Röhre durch den Starter wird das Füllgas leitfähig gemacht (ionisiert). Die Heizwendeln auf beiden Seiten der Röhre verdampfen die Quecksilberfüllung. Die durch den Strom angeregten Quecksilberatome erzeugen zunächst ultraviolettes Licht. Der Leuchtstoff an der Glasinnenseite wird durch das UV-Licht zum Leuchten angeregt. Die Leuchtstofflampe wandelt etwa 20 bis 40% der zugeführten Energie in Licht um.

WAS SIND LED-LAMPEN?

In einer Leuchtdiode (LED ... „light emitting diode“) wird ein Halbleiterkristall zum Leuchten angeregt. Eine Leuchtdiode gibt beim Betrieb kaum Wärme ab und ist daher sehr sparsam im Verbrauch. LEDs leuchten in den Farben Rot, Gelb, Grün und Blau. Bei weißen LEDs regt das Licht einer blauen LED einen Farbstoff an, gelb zu leuchten, was zusammen Weißlicht ergibt.“

[Kaufmann, E.; Zöchling, A.; Mašin, C.; Grois, G. (2013). Physik verstehen 3. Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co.KG, 1. Auflage, S 80-81]

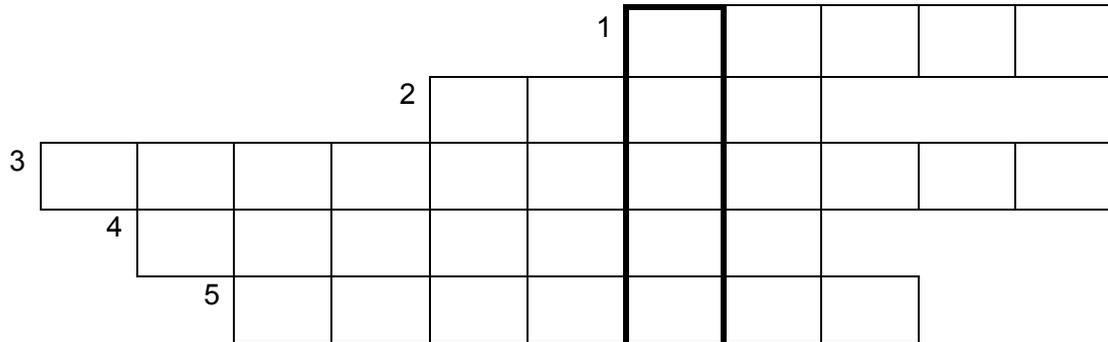
VERSUCH – ENERGIESPARLAMPE

Nimm vorsichtig eine Energiesparlampe (quecksilberfrei – mit Argonfüllung) in die Hand und begib dich an einen dunklen Ort. Wenn du nun deine Hand auf den Sockel der Lampe legst (dort wo die Röhren im Gewinde verschwinden), kannst du eine Beobachtungen machen. Was beobachtest du? Kannst du dir dieses Verhalten erklären?



ABBILDUNG 22 – VERSUCH MIT ENERGIESPARLAMPE, FOTOGRAFIE VON ALICE SCHMIT

WISSENSÜBERPRÜFUNG – RÄTSEL



Fragen:

1. Eine Glühlampe wandelt einen kleinen Teil der elektrischen Energie in _____ energie um.
2. Der Wirkungs_____ einer Glühlampe liegt bei 5%.
3. In manchen röhrenförmigen Lampen wird UV-Licht durch einen _____ in sichtbares Licht umgewandelt.
4. In Projektoren werden oft _____lampen verwendet.
5. Metall für Glühfäden

Lösungswort: _____

4. KLASSE AHS/NMS – 8. SCHULSTUFE

ELEKTRIZITÄT BESTIMMT UNSER LEBEN

ELEKTROMOTOREN

THEORETISCHE ERLÄUTERUNGEN

„WIE ENTSTEHT BEWEGUNG DURCH ELEKTROMAGNETISMUS?“

Angenommen, zwischen den Polen eines Hufeisenmagneten befindet sich ein bewegliches Leiterstück. Sobald dieses Leiterstück von Strom durchflossen wird, bewegt es sich.

Es bildet sich nämlich ein Magnetfeld um das von Strom durchflossene Leiterstück. Dieses Magnetfeld tritt mit dem Magnetfeld des Hufeisens in Wechselwirkung.

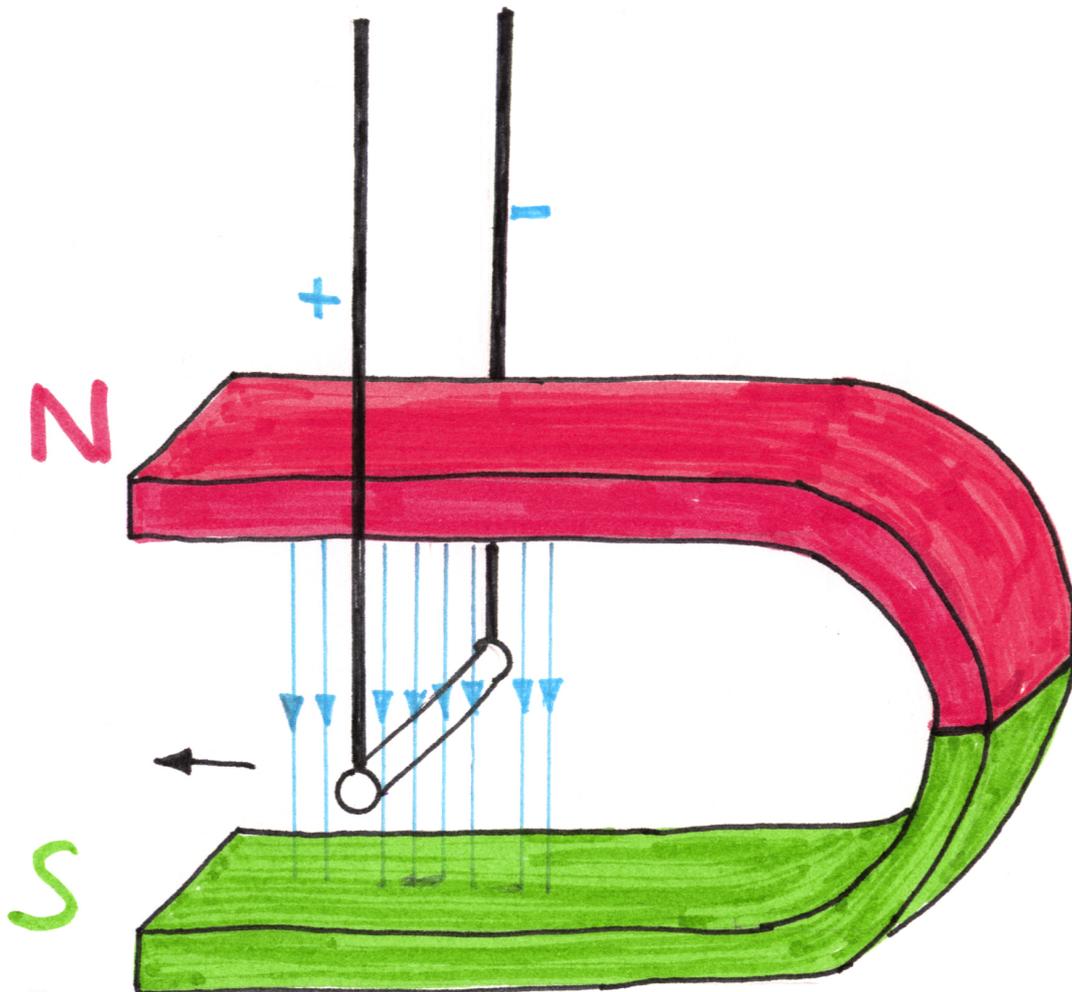


ABBILDUNG 23 – LEITERSCHAUKELE MIT HUFESIMMAGNET, VON ALICE SCHMIT, NACHEMPFUNDEN REITINGER, J.; FISCHER, B.; NOVAK, P. (2010). IMPULS PHYSIK 4. ÖSTERREICHISCHER BUNDESVERLAG SCHULBUCH GMBH & CO. KG, 1. AUFLAGE, S. 8.

Mit der Drei-Finger-Regel kannst du die Richtung der Bewegung vorhersagen: Du musst dazu deinen Daumen in Stromrichtung (technische Stromrichtung, von + nach -) halten. Der Zeigefinger zeigt dann in Richtung des Magnetfeldes des Hufeisenmagneten (von N nach S). Dein Mittelfinger gibt jene Richtung an, in die die Leiterschleife ausweichen wird.

Die Physik liefert also Hilfsmittel zur Vorhersage von Erscheinungen. Praktisch, oder?

DER ELEKTROMOTOR

Dass man mit einem Elektromagneten Bewegung erzeugen kann, wird im Elektromotor angewendet. Wird die Ankerspule mit Strom versorgt, entsteht ein Magnetfeld. Die Spule richtet sich dann entsprechend der Magnetfelder der umgebenden Feldmagnete aus. Abbildung wie oben

Wenn es gelingt, die Ankerspule im richtigen Moment umzupolen, wird der Anker wieder abgestoßen und dreht sich weiter. Bei regelmäßiger Umpolung kann so eine Drehbewegung entstehen.

Wie gelingt diese automatische Umpolung?

Ein automatisches Umpolen der Ankerspule führt zu einer regelmäßigen Drehbewegung. Dieses Umpolen übernimmt der sogenannte Kommutator.

Der Kommutator ist an der Ankerwelle fest angebracht. Er besteht aus zwei voneinander isolierten, halbkreisförmigen Metallplättchen. Die Plättchen sind mit den Enden des Spulendrahtes verbunden.

Über die Metallplättchen streifen bei der Drehbewegung Kohlebürsten (Grafit), die mit der Stromquelle verbunden sind.

Durch die Drehbewegung wird so ein regelmäßiges Umschalten der Stromrichtung erzielt. Die folgenden Grafiken helfen dir, den Vorgang zu verstehen.“

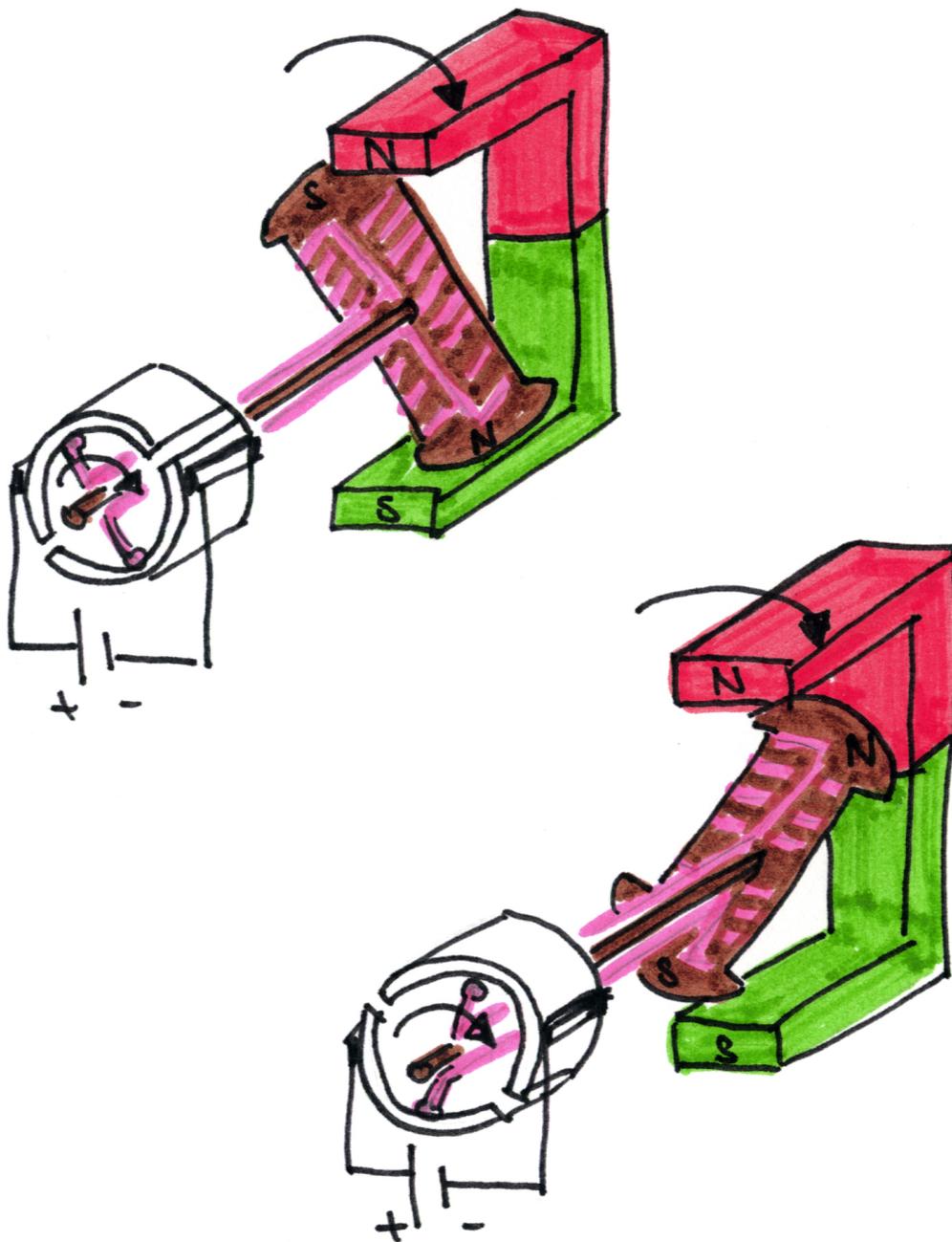


ABBILDUNG 24 – FUNKTIONSWEISE KOMMUTATOR, VON ALICE SCHMIT, NACHEMPFUNDEN REITINGER, J.; FISCHER, B.; NOVAK, P. (2010). IMPULS PHYSIK 4. ÖSTERREICHISCHER BUNDESVERLAG SCHULBUCH GMBH & CO. KG, 1. AUFLAGE, S. 8.

[Reitinger, J.; Fischer, B.; Novak, P. (2010). Impuls Physik 4. Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG, 1. Auflage, S. 8-9]

WISSENSÜBERPRÜFUNG

Beantworte folgende Fragen!

1. Warum bewegt sich ein mit Strom durchflossenes Leiterstück in einem Magnetfeld?
2. Was besagt die Drei-Finger-Regel?

ANIMATION

Arbeitsauftrag: Sieh dir sämtliche Schritte des Aufbaus eines Elektromotors an. Erkläre anhand von Schritt 3, was der Kommutator macht (mind. drei Sätze).

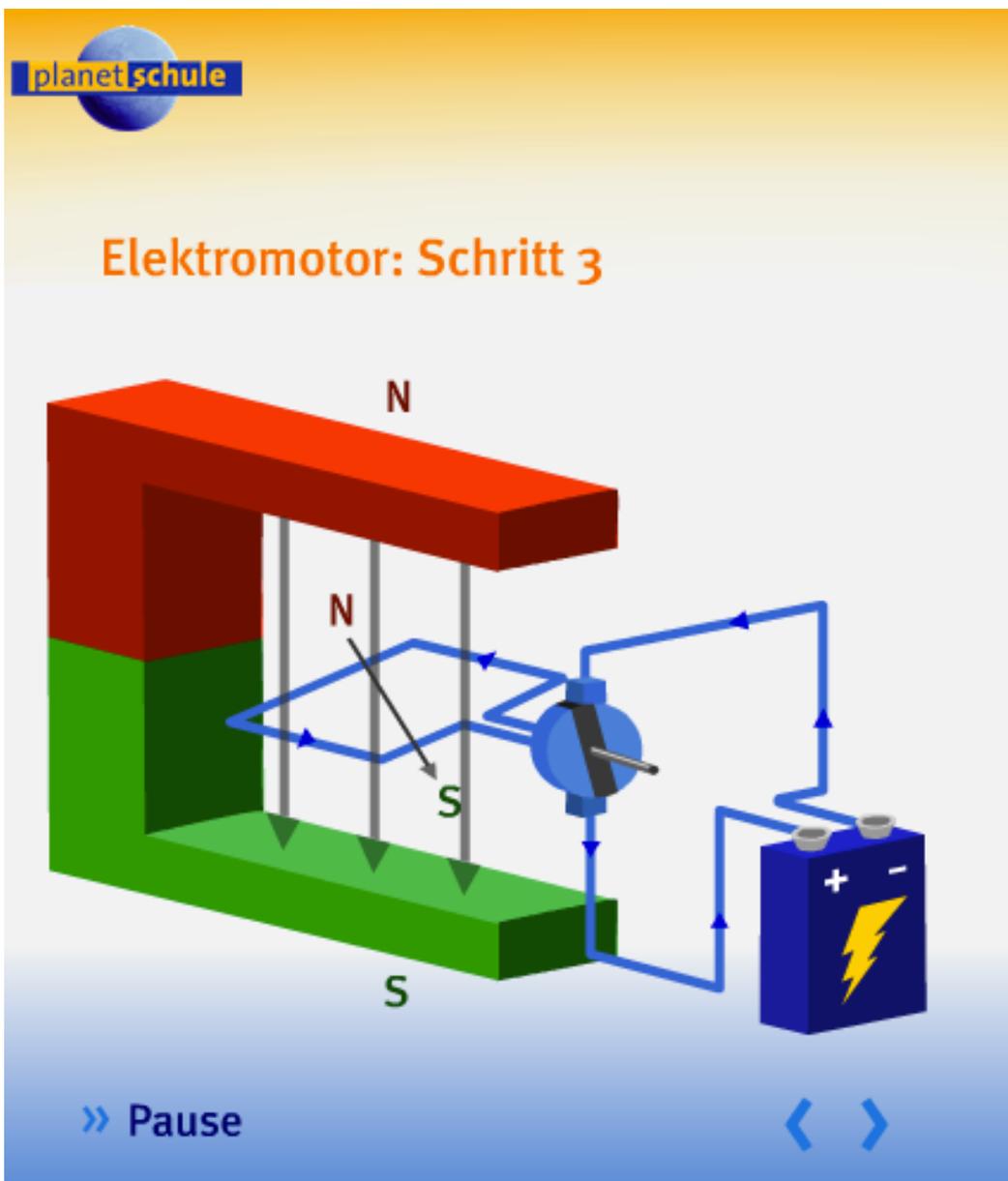


ABBILDUNG 25 – ELEKTROMOTOR, QUELLE: [HTTP://WWW.PLANET-SCHULE.DE/SF/MULTIMEDIA/ANIMATIONEN/ELEKTROMOTOR_GENERATOR/MME/MMEWIN.HTML](http://www.planet-schule.de/sf/multimedia/animationen/elektromotor_generator/mme/mmeWIN.html)

Begründung der Auswahl:

Anhand dieser Animation lassen sich die einzelnen Abläufe, in einem Elektromotor langsam und für das menschliche Auge sichtbar, demonstrieren. Durch den schrittweisen Aufbau der Animation wird der Elektromotor langsam aufgebaut. Die Schülerinnen und Schüler lernen den Nutzen der einzelnen Bauteile kennen und verstehen.

DIE WELT DES SICHTBAREN

EIN PRISMA ERZEUGT FARBEN

THEORETISCHE ERLÄUTERUNG

„Hinter geschliffenen Glasfiguren siehst du oft farbiges Licht. Wie die Farben zustande kommen, lässt sich mit einem Prisma untersuchen. Das ist ein Glaskörper mit einer dreieckigen Grundfläche und ebenen Seitenflächen.

Wenn weißes Licht auf eine Seitenfläche des Prismas fällt, wird es gebrochen und dabei in farbiges Licht zerlegt. Hinter dem Prisma lässt sich das farbige Licht als Farbband auffangen. Dieses Farbband heißt Spektrum. Es besteht aus den Farben Rot, Orange, Gelb, Grün, Blau und Violett. Dies sind die Spektralfarben.

Du kennst die Spektralfarben auch als Regenbogen-Farben. Ein Regenbogen kommt zustande, wenn es vor dir regnet und hinter dir die Sonne scheint. Das Sonnenlicht wird von jedem Regentropfen wie von einem Prisma gebrochen und in farbiges Licht zerlegt. Die Tropfen reflektieren das farbige Licht im Inneren zweimal und lenken es so in deine Richtung.

Neben dem Rot und dem Violett eines Spektrums gibt es noch Licht, das wir nicht sehen können. Es liegt außerhalb des Farbbandes. Das unsichtbare Licht neben dem Rot heißt Infrarot (IR), das neben dem Violett heißt Ultraviolett (UV). Das Infrarotlicht ist nichts anderes als Wärmestrahlung. Sie lässt sich mit einem Thermometer nachweisen. Das ultraviolette Licht lässt im Dunkeln zum Beispiel einen Zinksulfidschirm aufleuchten.“

[Anders, A.; Cieplik, D.; Tegen, H. (2005). Projekt Physik 4. E. DORNER GmbH, 1. Auflage, S 73]

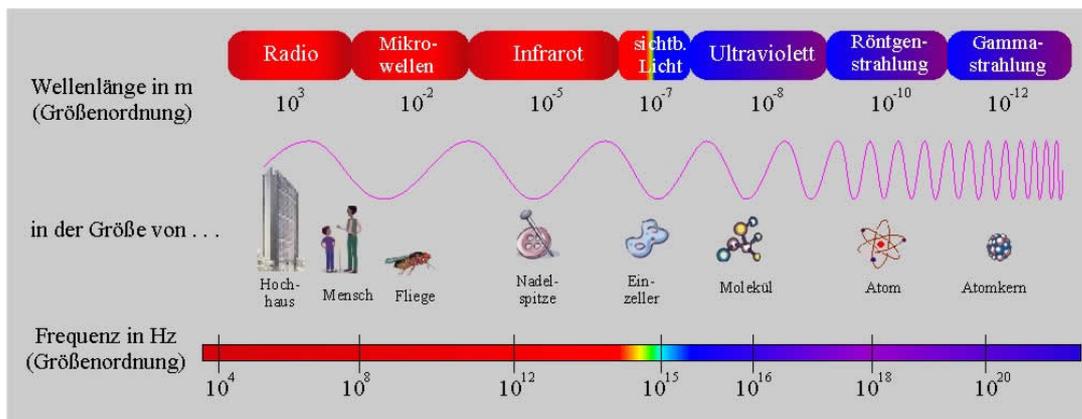


ABBILDUNG 26 – ELEKTROMAGNETISCHES SPEKTRUM, QUELLE:

[HTTP://WWW.LEIFIPHYSIK.DE/SITES/DEFAULT/FILES/MEDIEN/SPECTRUM_ELMAGNETSPEKTRUM_GRU.JPG](http://www.leifiphysik.de/sites/default/files/medien/spectrum_elmagnetspektrum_gru.jpg)

„Ein farbiges Fernsehbild setzt sich aus vielen einzelnen farbigen Rechtecken zusammen. Betrachtet du eine weiße Stelle auf dem Bildschirm, findest du nebeneinander jeweils drei Rechtecke in den Farben Rot, Grün und Blau. Jedes

Rechteck des Bildschirms sendet Licht ins Auge. Dort werden die einzelnen Farben zusammengesetzt. Dieser Vorgang heißt Farbbaddition.

Du siehst das Weiß, wenn du vom Bildschirm weit genug entfernt bist. Für uns genügen bei der Farbbaddition als die drei Farben Rot, Grün und Blau, um Weiß zu erhalten. Wenn die farbigen Lichter unterschiedlich hell leuchten, ergeben sich unterschiedliche Farbtöne.“

[Anders, A.; Cieplik, D.; Tegen, H. (2005). Projekt Physik 4. E. DORNER GmbH, 1. Auflage, S 76]

ANIMATION

Arbeitsauftrag: Verändere die Intensität der Taschenlampen mit den Schiebereglern! Wie musst du die Schieberegler verändern, damit die Versuchsperson die Farbe Weiß/Gelb/Rot wahrnimmt?

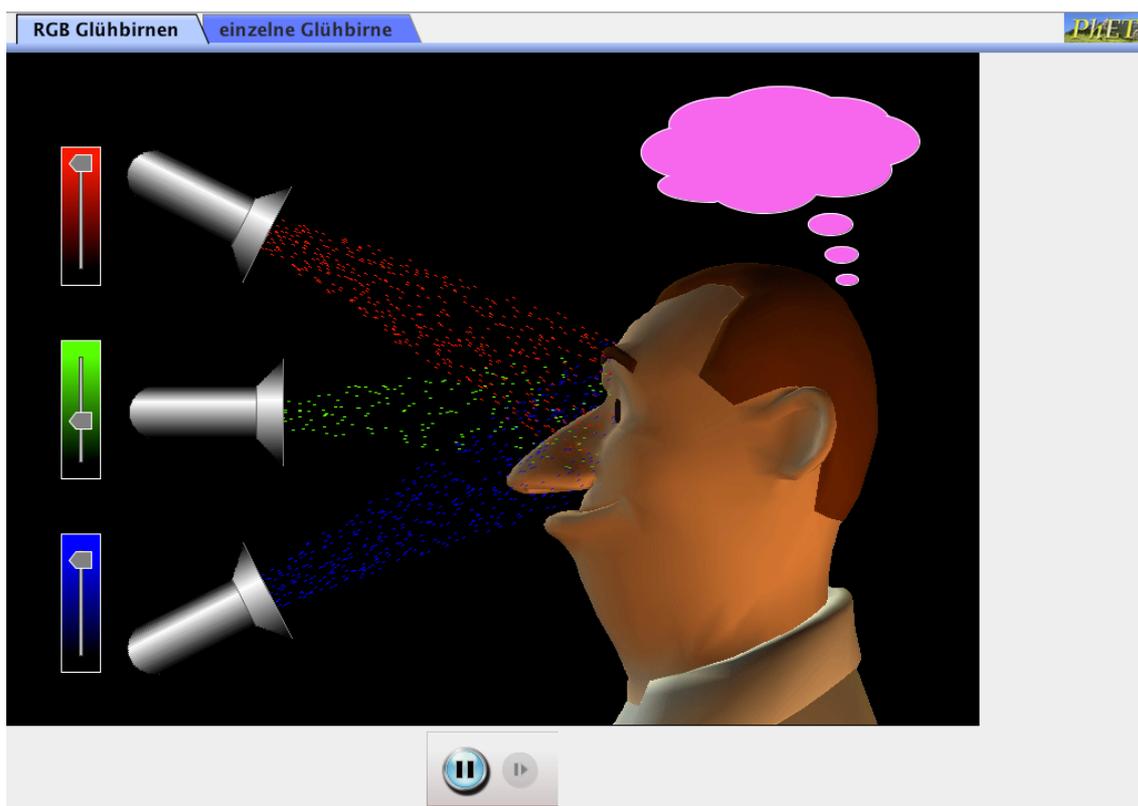


ABBILDUNG 27 – FARBWahrnehmung, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE: [HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/COLOR-VISION](http://phet.colorado.edu/de/simulation/color-vision)

Begründung der Auswahl:

Schülerinnen und Schüler können selbstständig mit der additiven Farbmischung experimentieren, ohne verschiedenstes Equipment dazu zu benötigen. Sie lernen sich dadurch spielerisch im RGB-Raum zurechtzufinden. Durch wenige Handgriffe lässt sich die Farbwahrnehmung des Versuchsprobanden in der Animation verändern.

WISSENSÜBERPRÜFUNG – MULTIPLE CHOICE

1. Die Farben eines Regenbogens bezeichnet man als
 - Komplementärfarben.
 - Spektralfarben.
 - Reflexionsfarben.
2. Mit Hilfe eines Glasprismas kann man weißes Licht
 - verfärben.
 - In verschiedene Farben zerlegen.
3. Durch Glasprismen wird die Spektralfarbe
 - Rot stärker gebrochen als Blau.
 - Blau stärker gebrochen als Rot.
 - Grün stärker gebrochen als Blau.
4. Bei der Vereinigung aller Spektralfarben entsteht der Farbeindruck
 - weiß.
 - schwarz.
 - grün.
5. Bei der additiven Mischung der Spektralfarben Rot und Grün entsteht die Mischfarbe
 - Weiß.
 - Gelb.
 - Rotgrün.
6. Zwei Farben, die bei ihrer „Addition“ die Farbe Weiß ergeben, nennt man Komplementärfarben. Die Komplementärfarbe zu Grün ist
 - Blau.
 - Rot.
 - Purpurrot.
7. Wenn die Oberfläche eines Körpers alle Farben absorbiert, erscheint er
 - weiß.
 - farblos.
 - schwarz.

GEKRÜMMTE WEGE AUF DER ERDE UND IM WELTALL

SATELLITENBAHNEN

THEORETISCHE ERLÄUTERUNGEN

„Unter einem Satelliten versteht man einen unbemannten Raumflugkörper, der die Erde umkreist. Unbemannt bedeutet, dass keine Menschen an Bord sind.

Satelliten werden z.B. zur Wetterbeobachtung eingesetzt (Wettersatellit), können Spionage-Aufgaben erfüllen (Spionagesatellit), der Kommunikation dienen (Übermittlung von Telefongesprächen und Fernsehübertragungen) oder können Weltraumteleskope sein (Bilder vom Weltraum liefern, jenseits der störenden Erdatmosphäre). Ein Beispiel dafür ist das Hubble-Teleskop, ebenfalls ein Satellit. Es liefert aus seiner Umlaufbahn um die Erde unvergleichliche Aufnahmen des Universums. Die Stromversorgung von Satelliten (auch des Hubble-Teleskops) erfolgt über Solarzellen.

Satelliten werden mit Trägerraketen oder Space-Shuttles in ihre Umlaufbahn gebracht. Das Hubble-Teleskop wurde 1990 mit einem Space-Shuttle in eine Höhe von ca. 600 km transportiert und dort ausgesetzt. Allein die Geschwindigkeit und die Höhe beim Aussetzen entscheiden über die Bahn, die ein Satellit nimmt. Ist die Geschwindigkeit zu klein, führt dies zum Absturz. Ist sie zu groß, kann der Satellit die Erdanziehung überwinden und ins Weltall entkommen.

Satelliten bewegen sich in elliptischen Bahnen um die Erde.

Eine Ellipse bezeichnet eine besondere Form einer geschlossenen Kurve. Ähnlich einem Kreis, der alle Punkte beinhaltet, die von einem Mittelpunkt den gleichen Abstand haben, besteht eine Ellipse aus all jenen Punkten, die von zwei Punkten denselben Abstand haben. In folgender Abbildung (Overhead oder Beamer) sind diese beiden Punkte mit F und F' bezeichnet, die beiden Abstände mit x und y . Für jeden Punkt auf der Ellipse gilt, dass die Summe aus x und y gleich ist. Je näher sich F und F' sind, desto eher ähnelt die Ellipse einem Kreis, je weiter sie auseinanderliegen, desto flacher wird sie.

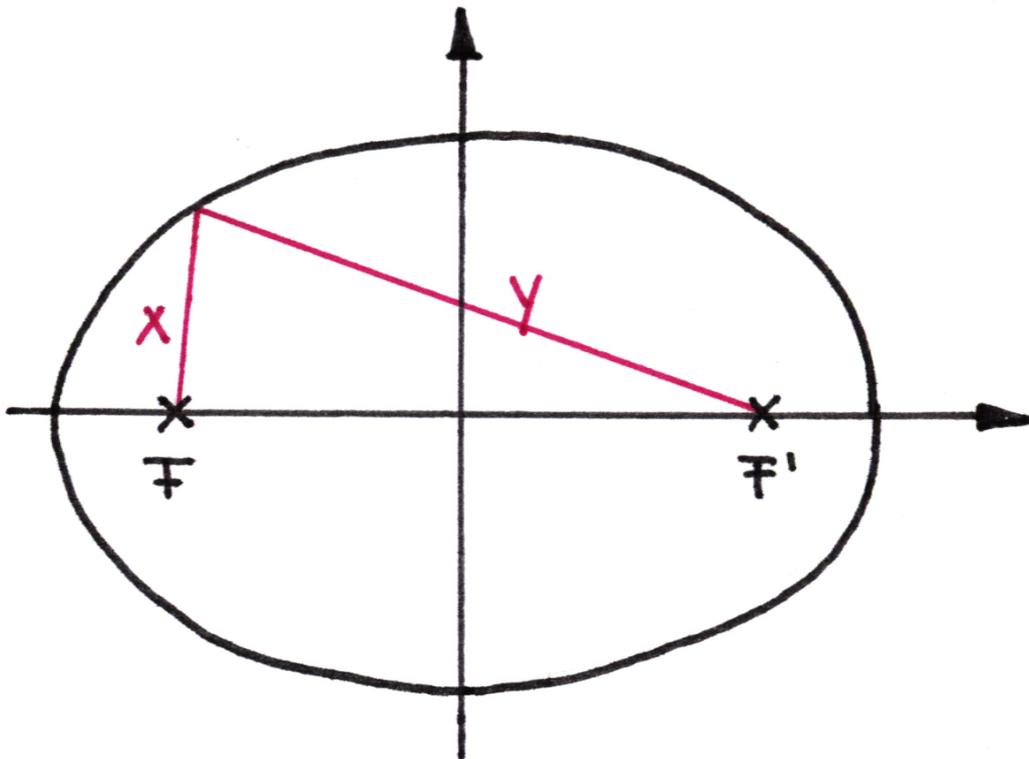


ABBILDUNG 28 – ELLIPSE, VON ALICE SCHMIT, NACHEMPFUNDEN GRUBER, WERNER; RUPP, CHRISTIAN. (2008). GANZ KLAR: PHYSIK 4. VERLAG JUGEND & VOLK GMBH, WIEN, S. 98.

Von der Bahngeschwindigkeit des Satelliten hängt die Form der Ellipse ab: Je größer die Geschwindigkeit, desto elliptischer die Bahn. Je kleiner die Geschwindigkeit, desto kreisförmiger die Bahn. Kreisförmige Bahnen sind erdnäher (z.B. Hubble-Teleskop) als elliptische.

Die Bahnen von Satelliten werden ebenfalls unterschieden nach ihrem Winkel, den sie mit der Äquatorialebenen der Erde einnehmen. Ist der Winkel zwischen den Ebenen 90° , nennt man die Bahn Polarbahn. Dabei werden die Pole der Erde überflogen (rote Bahn in folgender Abbildung).

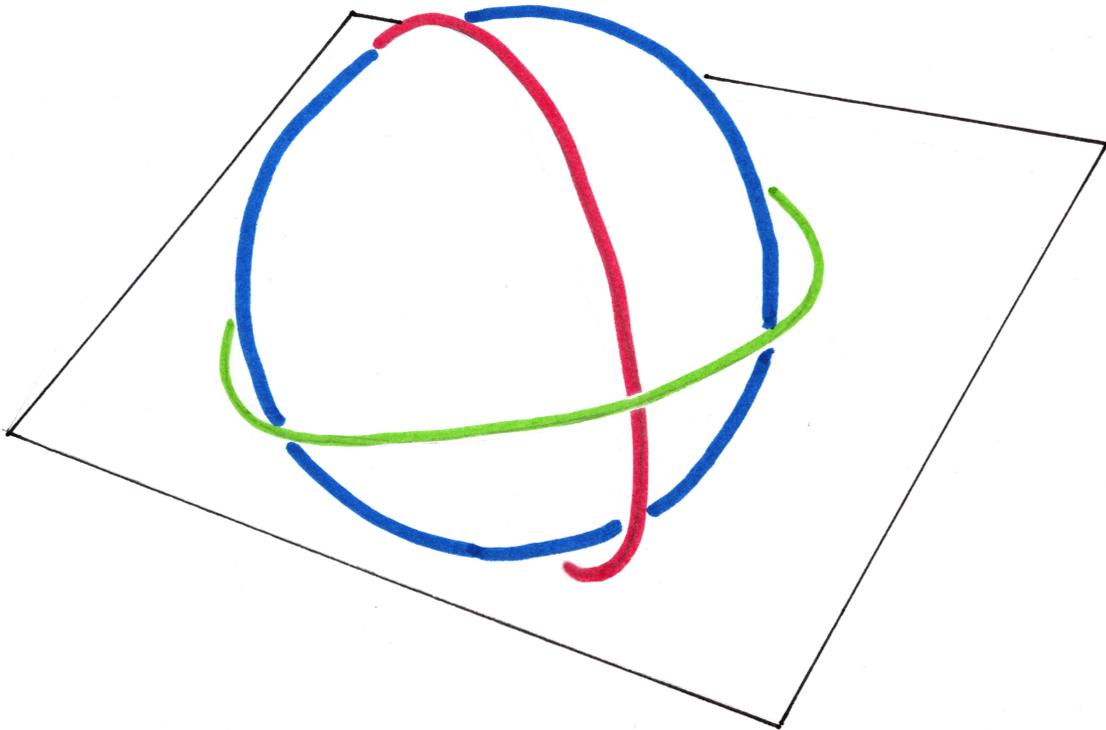


ABBILDUNG 29 – POLARBAHN UND ÄQUATORIALE BAHN, VON ALICE SCHMIT, NACHEMPFUNDEN GRUBER, WERNER; RUPP, CHRISTIAN. (2008). GANZ KLAR: PHYSIK 4. VERLAG JUGEND & VOLK GMBH, WIEN, S. 99.

Fallen Bahn- und Äquatorialebene zusammen, spricht man von einer äquatorialen Bahn (grüne Bahn in vorhergehender Abbildung). Einen besonderen Spezialfall stellt der geostationäre Satellit dar. Für äquatoriale Bahnen in einer Höhe von ca. 36000km ist die Umlaufzeit des Satelliten um die Erde genau die Dauer einer Erddrehung: Ein geostationärer Satellit „schwebt“ immer über demselben Punkt des Äquators.“

[Gruber, Werner; Rupp, Christian. (2008). ganz klar: Physik 4. Verlag Jugend & Volk GmbH, Wien, S. 98-99]

ANIMATION

Arbeitsauftrag: Verändere die Masse von Planet und/oder Satellit. Wie verändert sich die Umlaufbahn des Satelliten, wenn die Masse des Satelliten zunimmt/abnimmt? Wie ändert sich die Umlaufbahn des Satelliten, wenn die Masse des Planeten zunimmt/abnimmt? Erkläre diese Veränderung in zwei Sätzen!

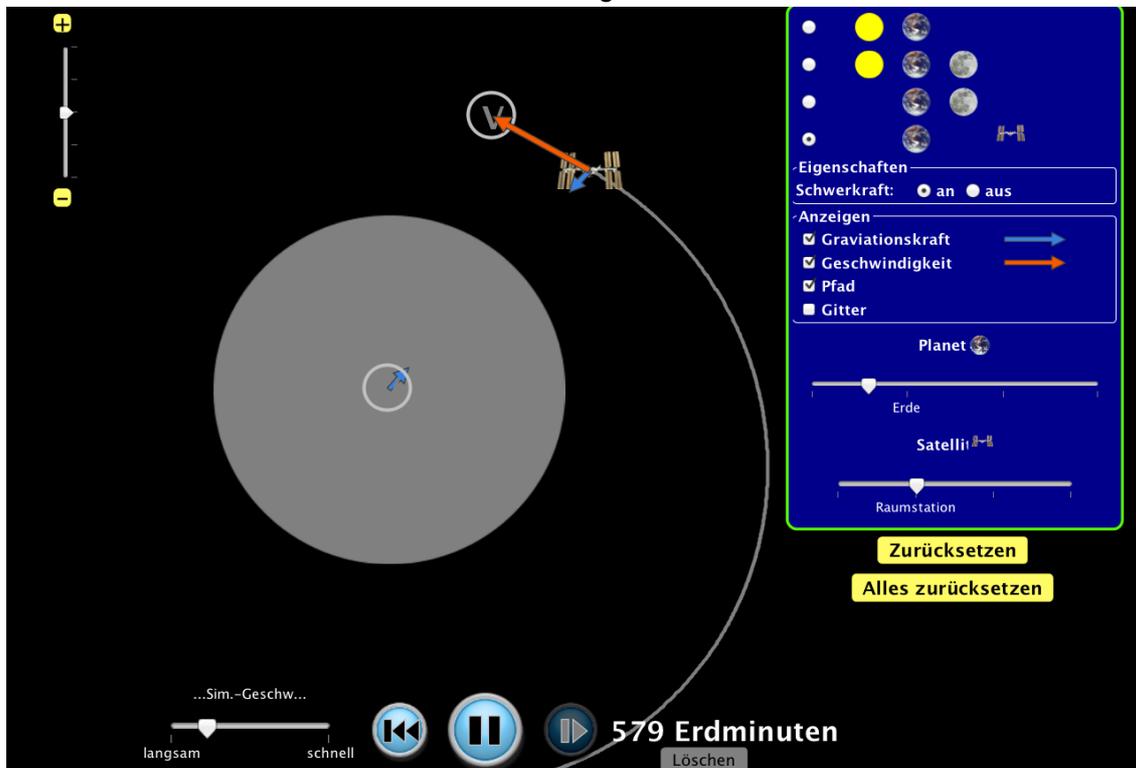


ABBILDUNG 30 – UMLAUFBAHN EINES SATELLITEN, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE: [HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/GRAVITY-AND-ORBITS](http://phet.colorado.edu/de/simulation/gravity-and-orbits)

Begründung der Auswahl:

Hier lässt sich die Beziehung zwischen Masse des umkreisten Sterns und Masse des Satelliten in Form der Umlaufbahn des Trabanten darstellen. Durch Veränderung der Variablen erfahren Schülerinnen und Schüler die Auswirkungen von kleinsten Veränderungen. Beispielsweise wird sichtbar, wie sich die Geschwindigkeit eines Satelliten verändert, wenn seine Masse abnimmt. Solch eine Beobachtung in der Realität zu machen, ist eher schwierig.

VERSUCH

Nimm zwei kleine Kugeln und die leere Hülse eines Kugelschreibers. Befestige eine Kugel mit einer Schnur. Ziehe das freie Ende der Schnur durch die Kugelschreiberhülse und befestige die andere Kugel an der Schnur.

Lass die eine Kugel rotieren. Wo ist dann die andere Kugel?

Was passiert mit der anderen Kugel, wenn die rotierende Kugel sich langsamer bewegt?

Erläuterung: Im Prinzip haben wir ein sehr einfaches Sonnensystem. Um die Sonne kreist ein Planet. Es gibt einen Zusammenhang zwischen der Geschwindigkeit und dem Abstand des Planeten oder Satelliten. Dieser Zusammenhang kann in diesem Experiment gut dargestellt werden.

AUFGABE

Recherchiere, welche Satelliten sich um die Erde bewegen und welche Funktion sie erfüllen.

VOR- UND NACHTEILE VON IKT IM PHYSIKUNTERRICHT

Bei der Erstellung von neuen, medial unterstützten, Unterrichtsmethoden und -konzepten muss man auch die Sinnhaftigkeit dieser hinterfragen. Etwas Neues zu planen ist immer aufregend und auch die Umsetzung im Unterricht sichert einem die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler. Doch auch diese Aufmerksamkeit, diese Momente des gespannten Wartens auf den Unterricht, sind nicht unbedingt von langer Dauer. In diesem Kapitel werden die Vor- und Nachteile des Einsatzes von Informations- und Kommunikationstechnologien erörtert und eruiert.

Bei folgender Analyse handelt es sich um Annahmen, welche von Stereotypen abgeleitet sind.

Bei der Erstellung dieser Unterrichtssequenzen fiel ziemlich schnell auf, dass der Aufwand im Vergleich zur Vorbereitung einer konventionellen Unterrichtseinheit erheblich höher ist. Im Gegensatz zur durchschnittlichen Physikstunde, für welche Theorie und ein Versuch vorzubereiten sind, muss für eine IKT-Sequenz im Physikunterricht ein Applet/eine Animation/ein Spiel udgl. vorab getestet werden. Dabei muss sich die Lehrerin/der Lehrer verschiedene Fragen stellen:

- Sind die physikalischen Begebenheiten real abgebildet?
- Ist das Applet/die Animation/das Spiel fehleranfällig bzw. kann damit gerechnet werden, dass mehrere Schülerinnen und Schüler nicht mit dem Material arbeiten können?
- Wie viel Zeit benötigen die Schülerinnen und Schüler, um die physikalischen Begebenheiten zu erfassen?
- Was lernen die Schülerinnen und Schüler daraus bzw. können sie etwas vom Gelernten mitnehmen (Zeichnungen, Skizzen, Wissen,...)?
- Werden alle Schülerinnen und Schüler die Aufgabenstellung mit gleichem Tempo erledigen bzw. benötige ich Materialien für jene Kinder, die schneller fertig sind?

Neben dem Aspekt der Vorbereitung stellt sich auch die Frage, wie viel Zeit eine Lehrkraft benötigt, um die Unterrichtssequenz nachzubereiten? Während man nach einer Physikstunde ohne IKT-Einsatz die Versuche wegzuräumen hat und die Hausaufgaben/Tests/Wiederholungen verbessern muss, gibt es nach einer Stunde mit IKT-Einsatz noch zusätzlich zu evaluieren, inwieweit die Schülerinnen und Schüler das Erlernte begriffen haben. Außerdem sollte speziell die Stunde analysiert und explizit auf Notizen bzw. Protokolle von Schülerinnen und Schülern geachtet werden. Dadurch, dass die Schülerinnen und Schüler beim Unterricht mit IKT-Einsatz sich vieles selbst erarbeiten, ist es zu empfehlen, spezielle „Hausaufgaben“ einzufordern, welche während der Stunde erledigt werden können. Ein Beispiel dafür ist die Erstellung eines Stundenprotokolls.

Ein weiteres Problem tritt dadurch auf, dass die Schülerinnen und Schüler das Gefühl bekommen könnten, die Theorie rücke in den Hintergrund. Obwohl zu jeder

Unterrichtssequenz ein Theorieblock gehört, wird vielen Jugendlichen nur der Einsatz eines Mediums in Erinnerung bleiben, anstatt auch die theoretischen Hintergründe.

Das führt gleich zu dem nächsten Problem. Die Verbindung zwischen Theorie und Praxis herzustellen, gelingt einem am besten mit einem Versuch im Unterricht. Auch wenn man bei einem Versuch im Bereich der mikroskopischen Objekte nichts sehen kann, wird einem ein Zusammenhang schneller bewusst. Diese Verbindung mit IKT herzustellen ist möglich, aber oft schwierig. Einige Animationen bilden beispielsweise Elementarteilchen ab, und diese sind in der Realität winzig klein. Man muss den Schülerinnen und Schülern klar machen, dass es sich nur um Modelle handelt, die ein Bild der Wirklichkeit darstellen, aber keineswegs die Wirklichkeit selbst.



ABBILDUNG 31 – ALPHAZERFALL, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE: [HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/ALPHA-DECAY](http://phet.colorado.edu/de/simulation/alpha-decay)

Eine weitere Hürde stellt die Sprache dar. Viele neuartigen Animationen, vor allem Applikationen, sind nur auf Englisch erhältlich. Das bedeutet für die Jugendlichen in der Sekundarstufe I eine zusätzliche Belastung. Einerseits müssen sie sich mit einem neuen Thema auseinandersetzen, andererseits verstehen sie die Sprache nicht. Viel englisches Fachvokabular ähnelt den deutschen Begriffen in keinsten Weise. Das bedeutet für die Lehrerin/den Lehrer, dass sie/er die Begriffe vorher für die Schülerinnen und Schüler erklären muss. Am besten für die Kinder ist es, ihnen einen kleinen Vokabelzettel auszuteilen. Dabei ist allerdings auch darauf zu achten, dass eine App nur dann geeignet ist, wenn sie nicht zu viele neue Vokabeln enthält. Das verwirrt die Schülerinnen und Schüler nur unnötig und lenkt sie vom Wesentlichen ab.

Wenn man sich mit neuen unerschlossenen Themen beschäftigt, gibt es natürlich auch immer Vorurteile. Einerseits ist das Publikum einer Lehrkraft nicht leicht zu begeistern. Ganz im Gegenteil, Schülerinnen und Schüler neigen dazu, Neues von Anfang an abzulehnen. Andererseits hat man mit skeptischen Eltern zu tun, die ebenso wie ihre Kinder neuen Methoden kritisch gegenüberstehen. Oft wird hierbei angeprangert, dass nicht mehr das Wesentliche unterrichtet, sondern nur noch herumgespielt wird. Das Problem dabei stellt für die Eltern aber nicht der nicht erlernte Stoff dar, sondern jene Themen, welche bei einem Test/einer Wiederholung abgeprüft werden. „Der Test hat meistens nichts mit dem Unterricht zu tun.“²²

Bei all diesen negativen Impressionen darf man die positiven Eindrücke nicht in den Hintergrund rücken lassen.

Informations- und Kommunikationstechnologien im Unterricht einzusetzen ist modern. Die Zeiten haben sich geändert, der Fortschritt hält in unseren Häusern und Autos Einzug. Wir lesen die Zeitung online, wir bestellen unsere Kleidung über das Internet, mein Auto sagt mir, wohin ich fahren muss, meine Termine stehen alle in meinem Handy, via Videotelefonie kann ich Menschen überall auf der Welt erreichen, aber unsere Kinder arbeiten mit Büchern aus Papier und mit Stift und Zettel. Die jetzige Generation von (Klein-)Kindern wächst mit iPad und Co. auf, sie haben keine Schwierigkeiten neue Dinge auf diesen Geräten zu erlernen. Genau dieses Verhalten kann man in der Schule nutzen und davon profitieren. Fortschritt und Modernität zählen auch bei der Auswahl einer Schule. Mit modernen und fortschrittlichen Unterrichtsmethoden können Schulen einen Pluspunkt im Vergleich zu anderen Schulen gewinnen.

Bei diesen Unterrichtssequenzen handelt es sich um „andere“ Unterrichtsmethoden. Man entfernt sich vom klassischen Unterricht, man distanziert sich von jenen Unterrichtsmethoden, die es schon seit Jahrzehnten gibt. Vor allem die Schülerinnen und Schüler sind schnell für „Anderes“ zu begeistern. Unterschiede zum „normalen“ Unterricht werden schnell als interessant und aufregend empfunden. Die ungewöhnliche Herangehensweise an ein Thema bringt Abwechslung in den Unterricht und weckt in vielen Schülerinnen und Schülern neue Interessen.

Durch die interaktive Gestaltung des Unterrichts ermöglicht man den Schülerinnen und Schülern das Fühlen der Physik. Die Kinder erleben physikalische Kräfte hautnah und lernen diese zu unterscheiden. Die Schülerin/Der Schüler nimmt die zentrale Rolle im Unterricht ein. Viele Effekte lernt man erst zu verstehen, wenn man sie auch gefühlt hat. Beispielsweise ist es für Schülerinnen und Schüler schwierig, besonders in der Sekundarstufe I, Geschwindigkeit und Beschleunigung getrennt voneinander wahrzunehmen. Mit verschiedenen Experimenten und den dazugehörigen Diagrammen lassen sich die Unterschiede genau beschreiben.

Durch verschiedene Applikationen und Simulationen rückt die Praxis wieder in den Vordergrund. Der (ehemals) trockene und theoretische Unterricht wird aufgelockert und

²² vgl. Interview I

rückt den Praxisbezug in den Mittelpunkt. Die Theorie alleine reicht oft nicht aus, um die Realität zu verstehen.

Durch die Möglichkeit, verschiedene (physikalische) Spiele (schnell) in den Unterricht einzubauen, haben die Schülerinnen und Schüler Spaß am Unterricht. Es geht nicht nur um das Auswendiglernen von Gesetzen und Formeln, sondern es geht auch darum, Freude an der Physik zu haben. Das weckt zusätzliches Interesse am Fach selbst und erleichtert das Lernen enorm. Man lernt viel effizienter, wenn einem Freude macht, was man lernt.

Durch die verschiedenen Bausteine und Blöcke wird der Lehrerin/dem Lehrer Individualisierung im Unterricht ermöglicht. Sämtliche Schülerinnen und Schüler lernen in unterschiedlichem Tempo. Die Blöcke der erstellten Unterrichtssequenzen ermöglichen einerseits der Lehrerin/dem Lehrer, sich mit einzelnen Schülerinnen und Schülern zu beschäftigen und Unklarheiten zu beseitigen, andererseits ermöglichen sie schnell lernenden Schülerinnen und Schülern, selbstständig weiterzuarbeiten, bzw. mit den Simulationen verschiedene Situationen zu simulieren.

FÜR LEHRKRÄFTE

Bei der Erstellung der Unterrichtsszenarien für diese Arbeit musste ich schnell feststellen, dass ich für meine Kolleginnen und Kollegen, welche gerne selbst solche Szenarien/Konzepte erstellen wollen, nützliche Hinweise hinterlassen sollte.

FINDEN UND AUSSUCHEN VON MATERIALIEN

Im World-Wide-Web gibt es unzählige Materialien und Hilfsmittel, welche den Unterricht ergänzen. Eine adäquate Auswahl zu treffen, ist aber nicht so einfach. Wie kann man nun pädagogisch wertvolles Material finden, wenn die Auswahl so groß ist?

Für diese Arbeit fand ich folgende Websites besonders hilfreich:

- University of Colorado: <http://phet.colorado.edu/de/>
Die Universität von Colorado bietet unzählige Simulationen für die verschiedensten Unterrichtsgegenstände an. Zu erwähnen ist, dass die Website sehr übersichtlich gestaltet ist und eine Suchfunktion bietet, um die passende Simulation zu finden. Außerdem ist der Support hervorragend. Bei häufig auftretenden (Anwendungs-)Fehlern gibt es verschiedene Hilfestellungen. Außerdem sind mittlerweile fast alle Simulationen auch auf Deutsch erhältlich, was die Einbindung in den Unterricht erleichtert.
- LEIFI Physik, Joachim Herz Stiftung: <http://www.leifiphysik.de/>
Auf LEIFI Physik findet man sämtliche Kapiteln des Lehrplans. Alle Themen sind mit Grafiken und Animationen unterstützt. Außerdem bietet die Seite auch genaue Erklärungen zu den Themen. LEIFI Physik stellt auch einen Ersatz zum Schulbuch dar.
- Heise online: <http://www.heise.de/download/android/wissenschaft-technik/physik-50284301254/>
Heise online ist im Gegensatz zu den anderen Websites keine speziell für den Unterricht in der Schule erstellte Website. Bei Heise online handelt es sich um einen Nachrichtenticker des Heise-Zeitschriftenverlags. Hilfreich erwies sich dieser Nachrichtenticker deshalb, weil der Themenschwerpunkt in der Informations- und Telekommunikationstechnik liegt. Es finden sich für verschiedene Betriebssysteme Evaluationen, ebenso wie für zugehörige Programme (auch Lernprogramme), sowie für Applikationen für Smartphones.

Im Internet findet man die verschiedensten hilfreichen und weniger hilfreichen Simulationen, Applikationen, Animationen, Grafiken usw. Man muss sich nur noch für das richtige Material entscheiden.

Wichtig bei der Auswahl, ist, dass man sich gleich zu Beginn überlegt, ob ein Applet oder ein Spiel, eine Grafik oder ein Film dem Alter der Schülerinnen und Schüler entspricht, also im Detail, ob die inhaltliche Richtigkeit gegeben ist.

Um diesen Punkt zu evaluieren, ist entsprechende Fachkompetenz Voraussetzung. Man muss bedenken, dass bereits kleine Abweichungen von der Realität in den Abbildungen den Schülerinnen und Schülern ein falsches Bild vermitteln, welches sich schnell manifestiert.

Ist einmal die inhaltliche Richtigkeit gewährleistet, kann man die Sprache betrachten. Ist die Sprache dem Sprachverhalten der Schülerinnen und Schüler entsprechend: Deutsch oder Englisch, welches Vorwissen müssen die Kinder haben, benötigen sie spezielles Fachvokabular, werden schwierige Begriffe erklärt, usw.?

Weiters ist zu beachten, inwieweit die Schülerinnen und Schüler mit dem Material selbstständig arbeiten können. Im Speziellen bei Applets und Spielen: Benötigen Schülerinnen und Schüler eine Einführung in die Funktionen, bzw. ist eine zusätzliche Anleitung von Nöten, damit die Schülerinnen und Schüler einen klaren Arbeitsauftrag, mit Erklärung der Funktionen haben? Als Richtwert habe ich mir hier Folgendes gesetzt: Benötige ich länger als zwei Minuten, um die Funktionsweise des Applets zu verstehen, ist es für Unterstufenschülerinnen und –schüler zu komplex, um den Inhalt in einer kurzen Einheit von 15-20 Minuten zu erfassen.

Außerdem darf auf gar keinen Fall der Nutzen ignoriert werden. Sämtliche Materialien sind nutzlos und unnötig, wenn die Schülerinnen und Schüler nicht etwas mitnehmen, etwas lernen können. Ich benötige eine Grafik oder einen Film nicht, wenn sie oder er nicht das Lernverhalten unterstützt, sondern ganz im Gegenteil, noch zusätzlich Verwirrung stiftet.

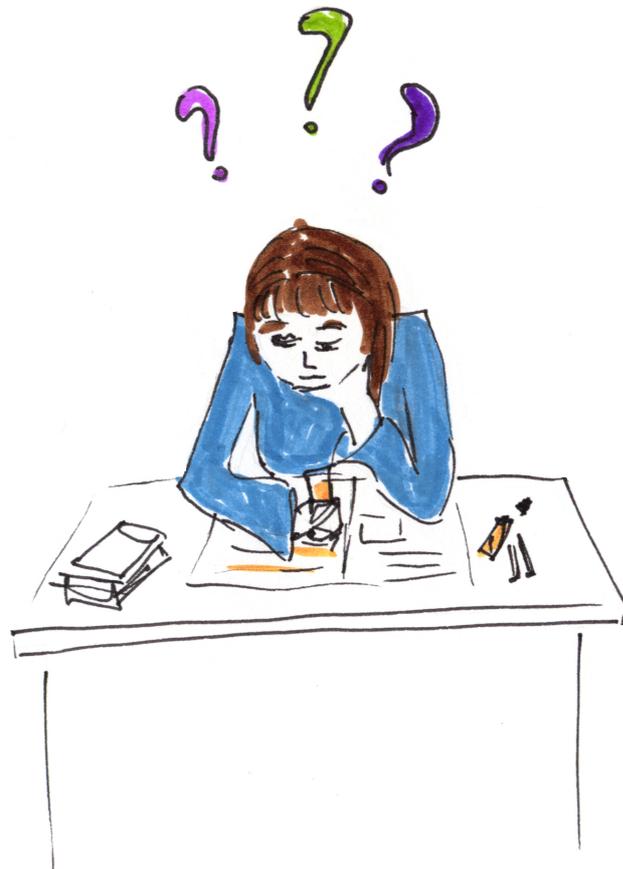


ABBILDUNG 32 – VERWIRRTE SCHÜLERIN, VON ALICE SCHMIT

Ein weiterer Aspekt, der bei multimedialen Materialien zu beachten ist, ist die Dauer, um zu einem Ergebnis zu kommen. Die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler lange bei einem Thema zu halten, ist nicht immer einfach. Außerdem haben Studien gezeigt, dass das Maß an Gelerntem bei längeren Aufmerksamkeitsspannen abnimmt.²³

Meine erstellten Arbeitsaufträge mit den Applets und Animationen benötigen zwischen fünf und zwanzig Minuten, je nach Thema, um erledigt zu werden. Diese zwanzig Minuten entsprechen der durchschnittlichen Aufmerksamkeitsspanne von 10 bis 12-Jährigen.

²³ vgl. Stangl, W. (2012). Konzentrationsspanne. Lexikon für Psychologie und Pädagogik. Quelle: <http://lexikon.stangl.eu/6553/konzentrationsspanne/>, letzter Zugriff: 17.03.14

INTEGRATION IN DEN UNTERRICHT

Wenn man einmal seine Materialien gefunden hat, muss man sich nur noch überlegen, wie man sie in den Unterricht einbinden möchte.

In dieser Arbeit wurden verschiedenste Einstiege aufgezeigt. Hier sind diese noch einmal kurz zusammengefasst und erläutert:

Einstieg in ein neues Thema/in einen neuen Themenbereich mit einer Simulation/Animation oder einem Film. Den Schülerinnen und Schülern wird ein neues Thema präsentiert, ohne dass sie vorher wissen, worum es dabei geht. Sie bekommen einen Film gezeigt, in welchem ein bestimmtes physikalisches Phänomen auftritt bzw. erklärt wird. Erst im Nachhinein wird die Theorie anhand des Films erläutert. Oder die Jugendlichen beginnen damit, dass sie eine Simulation/Animation am Computer oder am Smartphone testen. Sie probieren aus, wie sich die Abbildung verändert, wenn sie Parameter verändern bzw. erkennen in der Animation ein bestimmtes Muster (eine Veränderung etc.). Anhand dessen wird in einer Gruppe oder im Lehrer/in-Schüler/in-Gespräch ein Gesetz aufgestellt bzw. eine Begebenheit beschrieben.

Eine weitere Möglichkeit der Einbindung von IKT ist nach einem kurzen Theorieblock. Schülerinnen und Schüler versuchen das eben Erlernte/Gehörte durch verschiedene Materialien zu simulieren. Dabei stellen Simulationen udgl. oft nur ein Modell der Wirklichkeit dar, welches den Schülerinnen und Schülern das Visualisieren eines Problems ermöglicht.

Ebenso eignen sich IKT auch als Abschluss eines Themas, am Ende einer Stunde oder auch als Hausaufgabe. Durch ein abschließendes Spiel oder eine Simulation ermöglicht man den Jugendlichen, das Erlernte nochmals anzuwenden. Dabei können letzte Unklarheiten geklärt werden.

ZUSAMMENFASSUNG

Diese Diplomarbeit behandelt die Einbindung von Informations- und Kommunikationstechnologien in den Physikunterricht der Sekundarstufe I, um das Verständnis der Schülerinnen und Schüler zu erhöhen.

Durch Interviews an verschiedenen Schulstandorten wurde die momentane Situation in unterschiedlichen allgemeinbildenden höheren Schulen erhoben. Dabei ergab sich, dass unterschiedliche Lehrkräfte auch unterschiedliche Unterrichtsplanungen durchführen. Während einige Lehrerinnen und Lehrer sehr aufgeschlossen auf das Thema zugehen und auch schon einige Versuche unternommen haben, IKT in den Unterricht einzubauen, sehen andere keinen Nutzen dahinter.

Schülerinnen und Schüler zeigten sich neuen Methoden gegenüber aufgeschlossen und sahen in dem Einsatz von Computer und Smartphone einen wichtigen Schritt in die Zukunft.

Des Weiteren wurde eine Einteilung der verschiedenen Materialien getroffen. Statische Bilder und Grafiken sowie Animationen bilden eine Gruppe. Diese Gruppe ist dadurch gekennzeichnet, dass sie eine bestimmte Situation abbildet, welche die Schülerin/der Schüler nicht verändern kann.

Eine weitere Gruppe bilden Simulationen und interaktive Materialien. Hierbei ist wichtig, dass sich das Ergebnis durch Veränderung bestimmter Parameter ebenso verändert.

Die letzte Gruppe bildet das „physical computing“. Mit „physical computing“ bezeichne ich sämtliche Materialien, welche die Einbindung des Körpers erfordern. Die physikalischen Effekte wirken sich auch auf die Schülerinnen und Schüler aus, und sie können diese nicht nur messen, sondern auch spüren.

Informations- und Kommunikationstechnologien können eine Bereicherung für jede Physikstunde darstellen. Man darf dabei nicht darauf vergessen, dass neue, aber auch ungewöhnliche Methoden nicht für jede Lehrerin/jeden Lehrer, ebensowenig für alle Schülerinnen und Schüler, geeignet sind.

Es obliegt der Lehrkraft, zu entscheiden, in welchen Klassen Informations- und Kommunikationstechnologien verstärkt zum Einsatz kommen. Stunden mit dem Einsatz multimedialer Hilfsmittel müssen speziell vorbereitet werden, um auch einen Effekt auf die Lernenden auszuüben. Es genügt nicht, den Schülerinnen und Schülern einen Arbeitsauftrag zu geben, wie „Recherchiere im Internet über Flugzeuge“. Die Lehrerin/der Lehrer muss sich im Vorhinein überlegen, welches Ziel sie/er mit einer Aufgabenstellung verfolgt und ob dieses Ziel auch mit der gestellten Frage erreicht werden kann.

IKT-Einsatz eignet sich nicht zur Gestaltung einer „Schwellenstunde“ (die Lehrerin/der Lehrer überlegt sich an der Türschwelle, was heute unterrichtet wird), sondern muss intensiv vorbereitet und an die Bedürfnisse einer Klasse angepasst werden.

Zentral bei dieser Arbeit ist auch, dass eine Unterrichtssequenz nicht nur aus Computereinsatz besteht, sondern dass sich verschiedene Unterrichtsmethoden abwechseln, um einerseits die Aufmerksamkeit der Schülerinnen und Schüler zu erhöhen und andererseits den optimalen Lernerfolg zu erzielen.

Im weiteren Verlauf der Arbeit wurden Vor- und Nachteile der Einbindung von Informations- und Kommunikationstechnologien anhand von Stereotypen aufgelistet. Dabei wurde immer ein „worst case“-Szenario bzw. ein „best case“-Szenario betrachtet.

Den Abschluss der Arbeit bildet das Kapitel für Lehrkräfte. Diese Diplomarbeit soll (zukünftigen) Lehrerinnen und Lehrern die Verwendung von verschiedensten Materialien, multimedial und interaktiv, im Unterricht erleichtern.

ANHANG

INTERVIEW A – PHYSIK-LEHRERIN AHS, 24 DIENSTJAHRE

Wie läuft die klassische Physikstunde ab?

Ich würde es nicht klassische Physikstunde nennen, sondern eher Block, weil ich mache es immer so, dass ich bei einem Kapitel zunächst eine kurze Einführung mache, also die Theorie. Je nachdem, wie es ist anhand des Buches oder wenn mir die Buchpräsentation nicht gefällt, dann halt Kopien oder Internet oder wie auch immer. Und dann kommt ein Block mit Experimenten, da bekommen die Schüler die Versuchsanleitungen und das Versuchsmaterial, finden sich in Gruppen zusammen und machen halt in den Gruppen alle Versuche durch. Und zum Abschluss gibt es dann noch eine Besprechung, was wurde bei den einzelnen Versuchen gesehen, festgestellt und eben die Erklärung und damit wieder den Rückblick auf die Theorie. Diesen Zusammenhang zwischen Theorie und Praxis gibt es auch immer.

Welche Medien bzw. Technologien setzt du außer dem Medium „Tafel“ noch im Unterricht ein?

Zu unserem Schulbuch gibt es so ein Medienpaket, das heißt also Animationen und das verwende ich teilweise, ansonsten in der Unterstufe eigentlich wenig. Hin und wieder einmal eine Overheadfolie, aber das Meiste ist jetzt eh schon im Internet auch drinnen. Aber in der Unterstufe geht es mir mehr um Versuche, auch um selber Experimentieren.

Welche Materialien verwendest du jetzt außer dem Buch? Du hast jetzt gerade erwähnt, dass du auch das Medienpaket zum Buch verwendest.

Eigentlich nur dieses Medienpaket zum Buch in der Unterstufe, in der Oberstufe verwende ich dann auch sehr viele Animationen im Internet, teilweise von der LEIFI-Seite beziehungsweise Walter Fendt hat gute Animationen. Wie gesagt Unterstufe weniger, da geht es mir eher ums Experimentieren, selber Angreifen und nicht nur Präsentieren.

Wie stehst du zu spielerischen Ideen im Unterricht, sei es dem Einsatz von verschiedenen Spielen oder Messungen mit dem Handy und einem Skateboard?

Mache ich bis jetzt eigentlich nicht, nachdem mir mein Sohn aber erklärt hat, wie viele Englischvokabel er bei seinem Computerspiel gelernt hat, habe ich mir überlegt, dass das vielleicht gar nicht so schlecht wäre, das irgendwie einzubauen. Es gibt ja auch diese, huch wie heißt das, da gibt es ein Computerspiel, das extra nur Physik ist,

Das mit Einstein?

Nicht Einstein, irgendwie anders. Aber du weißt, was ich meine?

Ja.

Also das eine Spiel habe ich überlegt, aber es ist die Zeit einfach irrsinnig kurz, wie gesagt, es geht mir darum, die Schüler können ja auch, das habe ich vorher vergessen zu sagen, ich mache es jetzt so, dass sie Bonuspunkte machen können und sich halt damit die Note ein bisschen verbessern können und dann dürfen sie eben auch Experimente selbstermachen, mit Materialien von zuhause und da bin ich eher dafür, dass sie nicht am Computer spielen, sondern sich eben daheim hinsetzen, das Material zusammensuchen und so unter Anführungszeichen spielen, aber nicht computermäßig.

Dankeschön.

INTERVIEW B – PHYSIK-LEHRERIN AHS, 23 DIENSTJAHRE

Wie sieht deine klassische Physikstunde aus?

Also ich arbeite hauptsächlich sehr viel mit offenem Lernen, das heißt, die Schülerinnen und Schüler bekommen von mir Arbeitsmaterialien, einen Arbeitsplan, den sie in einer gewissen Zeit erledigen müssen. Der ist so aufgebaut, dass da Versuche eingebaut sind, die sie zu zweit oder zu dritt machen können und Arbeitsblätter, die verschieden aufgebaut sind. Manchmal ist das ein Lückentext, manchmal ist das ein Rätsel, manchmal sind das Multiple-Choice-Fragen, also da kommt Verschiedenes vor. Und hin und wieder sind auch Texte drinnen, die zu lesen sind und wo sie anschließend Fragen zu beantworten haben. Und es gibt immer eine Einführungsstunde bei jedem neuen Kapitel, wo auf Dinge hingewiesen wird, die besonders wichtig sind oder Dinge besprochen werden, die schwierig sind und dann arbeiten die Schülerinnen und Schüler grundsätzlich selbstständig und für Fragen bin ich jederzeit da.

Ok. Und welche Medien setzt du im Unterricht ein, Tafel,...?

Tafel eher selten, manchmal Overheadprojektor, Beamer, Präsentationen, für die Versuche die diversen Materialien.

Hast du auch schon einmal Materialien aus dem Internet verwendet?

Ja, teils immer wieder. Ein Kapitel versuche ich im Jahr mit, mehr oder weniger mit Referaten abzudecken, wo sie von mir die Zeit bekommen, während des Unterrichts im Internet zu recherchieren und sich die Präsentation zusammenzustellen und was war noch?

Ob du auch Animationen verwendest?

Ah ja, es sind mindestens einmal im Jahr so Phasen dabei, wo mit Hilfe des Computers gelernt wird.

Was hältst du von dem Einsatz des Handys, spielerisch, im Unterricht?

Dazu kann ich gar nichts sagen, weil ich davon keine Ahnung habe.

Dankeschön.

INTERVIEW C – PHYSIK-LEHRER AHS, 34 DIENSTJAHRE

Wie sieht deine klassische Physikstunde aus?

Wir beginnen meistens mit einer kurzen Stundenwiederholung der letzten Stunde. Das machen wir mündlich. Mit zwei Fragen ist das auch immer abgeschlossen und ich habe einen guten Einstieg in die Fortsetzung des Themas. Dann lesen wir meistens im Buch und unterstreichen die wichtigen Sachen. Wir besprechen diese Sachen und wenn ich der Ansicht bin, dass die Erklärung im Buch nicht ausreichend ist oder eine Skizze fehlt, schreibe ich das noch an die Tafel oder habe eine Overheadfolie, welche die Schüler abschreiben können.

Machst du auch Versuche?

Also, jein. Einmal ja, einmal nein. Es kommt einfach auf das Thema an. Es ist wirklich schwierig abzuschätzen, wieviel Zeit ein Versuch bei der Durchführung braucht. Und ob er dann auch wirklich gelingt, kann man im Vorhinein nie sagen. Da die Zeit im Unterricht sowieso immer so knapp ist, mache ich sehr selten Versuche. Außerdem benötigen die Schüler die Versuche nicht zum Verständnis.

Ok. Und welche Medien setzt du im Unterricht ein, ich habe gehört, du arbeitest mit Tafel und Overheadprojektor?

Ja, genau. Hauptsächlich arbeiten wir mit dem Buch. Je nach Thema benötigen wir auch Tafel und Overheadprojektor. (Pause) Da fällt mir doch noch etwas ein: Wir schauen auch ab und zu einen Film. Es gibt nette Filme zur Erklärung von gewissen Phänomenen oder auch zum Strahlenschutz usw.

Hast du auch schon einmal Materialien aus dem Internet verwendet?

Nein, nicht wirklich. Manchmal zeige ich Skizzen her oder eben wie die zuvor erwähnten Filme, da gibt es auch sehr viel online.

Kannst du dir vorstellen, interaktive Materialien zu verwenden?

Wie interaktiv? Was ist damit gemeint?

Das sind Animationen oder Grafiken, die man am Computer verwendet. Da kann man verschiedene Parameter einstellen und dann verändert sich das Bild entsprechend dieser Parameter. Zum Beispiel zum Strom gibt es das Ohm'sche Gesetz: Da kann man Spannung, Stromstärke und Widerstand verändern, dann verändert sich die Anzahl der Elektronen oder die Dicke des Drahtes usw.

Aha, ja ok. Von solchen Sachen habe ich jetzt zum ersten Mal gehört. Also nein, so etwas verwende ich nicht.

Und kannst du dir vorstellen, solche Sachen zu verwenden?

Ganz ehrlich? Nein! Das ist mir zu mühsam mit den Schülern. Da muss ich einen EDV-Raum buchen und das funktioniert dann sowieso nie so, wie man sich das vorstellt.

Das überlasse ich meinen jungen Kollegen, sollen die sich auf solche Experimente einlassen.

Was hältst du von dem Einsatz des Handys, spielerisch, im Unterricht?

Handys? Im Unterricht? Also das brauche ich nicht. Die Kinder tupfen dann wieder dort herum und sind nicht interessiert an dem, was wir besprechen. Und was sollen die denn überhaupt Sinnvolles im Unterricht damit machen?

Naja, sie können das Handy als Taschenrechner verwenden oder sie können Beschleunigungen messen und Diagramme erstellen. Da kann man relativ viel machen.

Aha, na schön. Aber ich möchte das eigentlich nicht.

Dankeschön.

INTERVIEW D – PHYSIK-LEHRER AHS, 2 DIENSTJAHRE

Wie sieht deine klassische Physikstunde aus?

Hm, also ich denke nicht, dass ich bereits eine klassische Physikstunde habe. Ich plane immer brav meinen Unterricht, aber ein Schema, nach welchem meine Stunden ablaufen, habe ich nicht. Ich überlege mir halt immer, wie eine Stunde ablaufen soll. Aber ich kann jetzt nicht sagen, dass wir immer einen Theorieblock am Anfang haben oder so etwas. Ich passe die Stunde an das Thema an. Wenn ich meine, ein Versuch zum Einstieg, dann machen wir einen Versuch oder wir beginnen mit einer Diskussion. Wie es sich eben ergibt.

Ok. Und welche Medien setzt du im Unterricht ein?

Naja, ich setze eigentlich alles ein, das mir in die Finger kommt. Von der Tafel über das Buch, den Overheadprojektor, einmal sogar die Fenster. Kennst du diese Fensterschreiber? Das war wirklich toll. Ich habe mir diese in verschiedenen Farben zugelegt und wir haben uns die Farblehre an den Fenstern angesehen, ganz toll. Ah zurück zur Frage: Wie war das, Medien, ach ja! Wenn es passt, arbeite ich gerne auch mal mit dem Computer, das geht aber nicht mit allen Klassen, kommt einfach auf die Kids an. Ah ja, und diese Smartboards, hast du schon einmal eines verwendet? Das finde ich auch ganz toll. Ich weiß zwar noch nicht wie, aber das baue ich demnächst auch noch in den Unterricht ein. Damit muss man etwas Sinnvolles Physikalisches anstellen können.

Hast du auch schon einmal Materialien aus dem Internet verwendet?

Ja, eigentlich jedes Thema wird erst mal gegoogelt. Das machen die Kids auch, und ich denke mir, ich schau mir mal an, was Google so ausspuckt und versuche dann auch diese Sachen in den Unterricht einzubauen. Sei es, dass einmal eine Recherche eine Hausaufgabe ist oder dass wir uns eine Animation aus dem Internet zur Hand nehmen und überlegen, warum diese gut ist oder wo physikalisch betrachtet die Fehler in der Darstellung liegen. Da gibt es tausend Möglichkeiten. Aber ich bin immer noch am Herausfinden, was den Kindern am meisten Spaß macht und wobei sie am meisten lernen.

Was hältst du von dem Einsatz des Handys, spielerisch, im Unterricht?

Kommt wiederum auf die Klasse an, aber grundsätzlich habe ich nichts gegen Handys im Unterricht. Wenn man sich überlegt, was sich in den letzten Jahren in der Physik getan hat, ist es schon gut, dass die Schüler ihre Handys dabei haben, denn die Bücher sind nicht immer aktuell und bevor man sich dann überlegt, einen Computerraum zu besuchen, bis dort alle Computer laufen, das kostet Zeit. Aber zum Glück haben die Kinder ja ihre Handys. Da wird einmal schnell auf Wikipedia geschaut, was es zu einem Thema gibt oder irgendwelche Wissenschaftsnews. Ganz tolle Sache. Und man muss mal bedenken, das kostet kaum Zeit. Und die Handys sind auch toll für Versuche. Einmal ein kleines Foto gemacht und schon erspart man sich das Anfertigen einer Skizze.

Und hast du gewusst, dass es auch Learningapps gibt? Da gibt es eigene Physikapps mit verschiedenen Themen und das auch noch gratis.

Und Spiele? Hast du schon einmal versucht, Spieleapps einzusetzen?

Nein, auf die Idee bin ich noch gar nicht gekommen. Was gibt es da denn so?

Zum Beispiel das Spiel „Angry Birds“. Das stellt die Realität bezüglich Wurfparabel und Kraft ziemlich gut dar.

Ja, also auf diese Idee bin ich noch gar nicht gekommen. Das eignet sich aber wirklich gut für die Wurfparabel oder um den Einfluss der Schwerkraft zu zeigen. Das werde ich demnächst ausprobieren.

Danke für deine Zeit.

INTERVIEW E – SCHÜLERIN AHS A, 18 JAHRE

Du maturierst im Schuljahr 2013/14, was waren, rückblickend betrachtet, deine schönsten Momente im Physikunterricht?

Ahm, also das ist jetzt schwierig zu sagen. Ich hatte jedes Jahr einen anderen Lehrer und jeder wollte immer etwas anderes. Während der eine immer Stundenwiederholungen machte und die Note aufgrund dieser zustande kam, hat ein anderer Lehrer immer irgendwas erzählt und beim Test kam etwas ganz anderes. Also einen schönsten Moment gibt es für mich nicht. Aber einmal war ein Student bei uns und der hat irgendwas explodieren lassen, das war echt geil.

Wenn du an deine Unterstufenzeit zurückdenkst, kannst du dich erinnern, dass ihr verschiedene Materialien, außer Heft, Buch und Tafel, im Physikunterricht verwendet habt?

Puh, also die Unterstufe ist schon wirklich lange her (lacht). Ich weiß eigentlich gar nicht mehr, was wir da so alles gemacht haben. An Versuche kann ich mich vereinzelt erinnern, wenn du das meinst. Also, so etwas gab es schon, aber eher selten. Ansonsten, ja genau, diese eine Lehrerin, so eine ältere, hat immer Overheadfolien verwendet. Aber da hat man eigentlich nichts erkannt, das war alles schwarz-weiß und vermutlich schon die vierhundertste Kopie oder die waren einfach so alt, dass sie schon ganz viele Flecken hatten. Ansonsten, tut mir leid, kann ich mich nicht mehr erinnern.

Gibt es bestimmte Dinge, die du dir im Unterstufenphysikunterricht gewünscht hättest?

Ja, einen Lehrer, der uns all die Jahre unterrichtet hätte.

Ok, und außerdem? Spezielle Wünsche für die Weise des Unterrichtens?

Naja, es wäre schon besser, wenn man aufbauend lernen könnte. Ich habe nicht nur einmal den Satz „Das hättet ihr schon letztes Jahr können müssen“ gehört. Irgendwie gab man immer uns Schülern die Schuld, wenn wir etwas nicht konnten. (Pause) Ah ja, ich wollte immer diese tollen Sachen machen, die in den Filmen und Serien gezeigt werden. Die haben oft so Projekte oder solche Sachen gemacht und ein Sonnensystem gebaut oder so etwas. Da gibt es auch so Wettbewerbe. Warum gibt es solche Sachen nicht auch bei uns?

Auch in Österreich gibt es solche Wettbewerbe, diese sind oft themengebunden, wie der diesjährige Energiewettbewerb.

Ah ok. An so etwas wollte ich auch teilnehmen.

Noch eine abschließende Frage: Denke an die Zeit in der Oberstufe. Wie viel Zeit habt ihr euch mit der Relativitätstheorie beschäftigt, eine Woche, einen Monat, oder mehr?

Hm, schwierig. Da muss ich kurz nachrechnen. Also wir haben in diesem Schuljahr begonnen, gleich Ende September und ja, bis Dezember haben wir uns sicher damit beschäftigt.

Denkst du, dass du gut über die Relativitätstheorie Bescheid weißt?

Naja, das ist schon kompliziert und diese ewigen Formeln. Aber ich denke schon, dass ich mich einigermaßen auskenne.

Ok, das war es auch schon. Recht herzlichen Dank!

INTERVIEW F – SCHÜLER AHS B, 18 JAHRE

Du maturierst im Schuljahr 2013/14, was waren, rückblickend betrachtet, deine schönsten Momente im Physikunterricht?

Hm, das ist gar nicht leicht zu sagen. Aber ich denke, am besten hat mir mein Unterricht gefallen, als wir Messungen zur Erdbeschleunigung durchgeführt haben. Da haben wir verschiedene Sachen aus dem Fenster fallen lassen und einmal mit einer Stoppuhr gemessen, wie lange diese Dinge brauchen, bis sie unten ankommen. Und wir haben auch verschiedene Berechnungen danach gemacht und so Diagramme gezeichnet. Wir haben auch ein Gerät aus dem Fenster fallen lassen, das selbst die Beschleunigung gemessen hat. Und das konnte man dann an den Computer anschließen und das hat selbst dieses Diagramm gezeichnet. Das war echt toll. Wir haben dann auch Fallschirme und so Sachen gebaut, um den Aufprall weniger heftig zu machen.

Wenn du an deine Unterstufenzeit zurückdenkst, kannst du dich erinnern, dass ihr verschiedene Materialien, außer Heft, Buch und Tafel, im Physikunterricht verwendet habt?

Also ja, ich hatte da einen sehr engagierten Lehrer. Der hat auch ab und zu Studenten eingeladen und die sind auch immer mit tollen Ideen gekommen. Wir haben alles Mögliche verwendet. Wir waren auch öfters im EDV-Saal und haben dort Simulationen angesehen und Diagramme mit dem Computer gezeichnet. Einmal haben wir ein ferngesteuertes Auto gebaut, da konnte man die Geschwindigkeit und so einstellen und mit so einem speziellen Gerät dann die tatsächliche Geschwindigkeit messen oder irgendwie so war das.

Gibt es bestimmte Dinge, die du dir im Unterstufenphysikunterricht gewünscht hättest?

Nein, also das war schon immer super. Wir haben uns auch immer auf Physik gefreut. Es gab kaum eine Stunde, die einer anderen glich. Immer gab es etwas Neues. Das war nie langweilig.

Noch eine abschließende Frage: Denke an die Zeit in der Oberstufe. Wie viel Zeit habt ihr euch mit der Relativitätstheorie beschäftigt, eine Woche, einen Monat, oder mehr?

Also, ja, mal überlegen. So vielleicht zwei oder drei Wochen. Lange haben wir uns mit dem Zeug nicht aufgehalten. Unser Lehrer meint, da gibt es keine tollen Versuche, also machen wir das auch nicht wirklich durch.

Denkst du, dass du gut über die Relativitätstheorie Bescheid weißt?

Ja, also das was wir gelernt haben, kann ich alles. Das ist ja eh gar nicht schwierig oder kompliziert. Also ja, ich kenne mich gut aus.

Ok, dankeschön!

INTERVIEW G – SCHÜLER AHS C, 14 JAHRE

Ganz unabhängig von deiner Note in Physik, wie gefällt dir der Physikunterricht in der Schule?

Hm, naja, das kommt darauf an. Wenn wir Versuche machen, ist es schon lustig und so. Aber wirklich interessieren tut mich das nicht. Versuche sind schon nett, aber eigentlich reden wir da mehr miteinander und erzählen, was wir am Wochenende vorhaben oder sowas.

Und euren Lehrer bzw. eure Lehrerin stört das nicht?

Also, unsere Lehrerin bemerkt das meistens nicht. Die geht immer durch die Reihen und schaut, was alle machen, und bleibt dann meistens eh bei denen stehen, die nicht so gut sind und hilft denen. Und wir, also meine Freunde und ich, haben ziemlich schnell rausbekommen, wie diese Sachen gehen, wir arbeiten aber extra langsam, sonst müssen wir den anderen noch helfen und da sind echte Nullchecker dabei. Dadurch wird das ganze ziemlich zack.

Also gefällt dir Physik nicht so gut, weil du nicht wirklich gefordert wirst?

Naja, also ein bisschen Anstrengung hat jetzt sicher noch nicht geschadet. Es ist halt fad. Weil wir immer auf irgendwen warten. Und wenn wir irgendwelche theoretischen Sachen durchgehen, erklärt die Lehrerin das nicht nur einmal. Nein, wir müssen das gleich fünf- oder sechsmal durchkauen. Urmühsam.

Verwendet ihr im Unterricht auch andere Hilfsmittel außer Heft, Buch und Tafel?

Naja, wir sind schon zweimal im EDV-Saal gewesen und haben dort so Protokolle verfasst. Aber das war es. Ich habe gehört, dass unsere Parallelklasse auch die Handys im Unterricht verwendet. Das würde ich auch gerne, aber das dürfen wir nicht. Habe auch schon gefragt. Aber die Lehrerin meint nur, dass wir dann nur noch herumspielen und dass das zu kompliziert wird.

Und wie ist das zu Hause? Habt ihr da einen Computer?

Ja haben wir schon. Da ist ein so ein großer, aber den verwendet niemand. Wir haben alle Laptops und meine Mama hat einen Tabletcomputer bekommen. Da darf ich auch surfen und spielen. Das ist voll super.

Hast du ein Smartphone?

Ja, natürlich. Sonst ist man gleich nicht mehr beliebt.

Und wofür verwendest du dein Smartphone? Telefonierst du viel?

Telefonieren? Nein eigentlich gar nicht. Ab und zu ruft Mama an, und sagt, dass sie später nach Hause kommt. Hauptsächlich höre ich Musik auf meinem Handy und spiele verschiedene Spiele. Ja und für Facebook und WhatsApp verwende ich es auch.

Das war es auch schon, danke für deine Zeit.

INTERVIEW H – SCHÜLERIN AHS A, 13 JAHRE

Ganz unabhängig von deiner Note in Physik, wie gefällt dir der Physikunterricht in der Schule?

Also Physik ist ein wenig mühsam. Wir machen immer so „Arbeitspläne“. Ähnlich wie offenes Lernen, aber man muss sich alles selbst organisieren. Und am Ende der Zeit muss man fertig sein und sein Protokoll abgeben. Und da ist der Herr Professor total streng beim Benoten. Da ist man gleich ein paar Punkte los, wenn nicht alles passt.

Bei euren Arbeitsplänen, macht ihr da auch Versuche? Wie sieht so ein Arbeitsplan aus? Erzähl mal.

Also das ist so, da gibt es eine Angabe, die besteht meistens aus 5 oder 6 Seiten und da steht drauf, was wir machen sollen. Meistens lesen wir dann was aus dem Buch, machen einen kleinen Versuch zu zweit oder zu dritt und dann gibt es so verschiedene Rätsel, die wir machen müssen, damit der Herr Professor sieht, ob wir das verstanden haben. Und dann müssen wir ein Protokoll schreiben, über all die Versuche und manchmal auch einen kurzen Text aufschreiben oder ordnen oder so etwas und das wird dann abgegeben und er kontrolliert das.

Verwendet ihr im Unterricht auch andere Hilfsmittel außer Heft, Buch und Tafel?

Ja schon, wir machen ja Versuche.

Und verwendet ihr auch manchmal technische Hilfsmittel? Einen Computer oder ein Handy?

Naja...es gibt so verschiedene Messgeräte. Die messen eben etwas und wir schreiben das auf. Letztes Mal hat uns der Herr Professor gezeigt, wie man aus so verschiedenen gemessenen Werten eine Grafik am Computer erstellt. Das war lustig. So hat man ganz schnell vergleichen können, wie bei den anderen Gruppen die Messwerte waren.

Und wie ist das zu Hause? Habt ihr da einen Computer?

Ja, die Mama hat einen Arbeitscomputer, aber mit dem dürfen mein Bruder und ich nicht spielen. Wir haben gemeinsam einen Computer, da können wir Hausaufgaben machen oder ins Internet gehen.

Hast du ein Smartphone?

Ja, schon, aber kein gutes. Nur so ein Samsung. Ich mag aber ein iPhone. Mama sagt aber, dass das zu teuer ist.

Und wofür verwendest du dein Smartphone? Telefonierst du viel?

Ja, also ich telefoniere manchmal mit meinen Freundinnen, aber wir chatten eher. Das geht auch ganz super mit dem Handy. Ansonsten spiele ich. Da gibt es so verschiedene Onlinespiele, die man gegen seine Freunde spielen kann.
Das war es auch schon, danke für deine Zeit.

INTERVIEW I – MUTTER EINER 16-JÄHRIGEN SCHÜLERIN, AHS

Wie erleben Sie bzw. haben Sie den Physikunterricht ihrer Tochter erlebt?

Das ist mitunter schwierig zu sagen. Meine Tochter hatte bislang drei verschiedene Physiklehrerinnen. Jede setzte andere Schwerpunkte. Wir haben alles erlebt, von sehr guten Noten, bis hin zu einer Frühwarnung, weil sie sich angeblich nicht in den Unterricht einbrachte.

Sie hat eine Frühwarnung bekommen, nur weil sie sich nicht in den Unterricht einbrachte?

Ja, also, ja, eigentlich schon.

Wissen Sie, wie sich die Note Ihrer Tochter in Physik zusammensetzt?

Naja, sie erzählt mir da nicht so viel. Aber ich habe einmal einen Test gesehen. Also nehme ich mal an, ihre Note kommt vom Test. Aber das ist sowieso so eine Geschichte. Da sind Fragen dabei gewesen, das können Sie mir glauben, so etwas finde ich nicht in Ordnung.

Was für Fragen waren dabei?

Sie musste Versuche beschreiben. Eben solche Versuche, die sie im Unterricht gesehen haben. Wie soll man denn wissen, was genau da passiert. Das kann man auch nirgends nachlesen, also im Buch meine ich. Dieser Test hatte nichts mit dem Unterricht zu tun.

Wie denken Sie, kann man den Physikunterricht an Schulen verbessern?

Also konkret kann ich mir darunter jetzt auch nichts vorstellen. Aber es gehört etwas verändert. Die Kinder müssen etwas lernen, das Ihnen im Leben was bringt. Dann muss man eben Sachen streichen, die man sowieso nie braucht.

Was halten Sie vom Einsatz neuer Medien, wie Computer und Handys im Physikunterricht?

Also wenn Sie mich fragen, ist das ja nur eine Spielerei. Dabei kann man doch gar nichts lernen. Die Kinder sitzen sowieso schon zu viel am Computer. In der Schule sollen sie ihre Nasen in Bücher stecken.

Das war es auch schon! Danke für Ihre Zeit.

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

ABBILDUNG 1 – OHM'SCHES GESETZ, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE: HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/OHMS-LAW	21
ABBILDUNG 2 – UMLAUFBAHN EINES PLANETEN UM EINEN STERN, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE: HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/GRAVITY-AND-ORBITS	22
ABBILDUNG 3 – EINSTELLUNG VON ABSCHUSSGESCHWINDIGKEIT UND ABSCHUSSWINKEL, SCREENSHOT VON „ANGRY BIRDS“ VIA NEXUS 4	23
ABBILDUNG 5 – SKATEBOARDER MIT BESCHLEUNIGUNGSMESSER, VON ALICE SCHMIT	24
ABBILDUNG 6 – EINSATZ ARDUINO, QUELLE: HTTP://ARDUINO.CC/EN/PUB/SKINS/ARDUINOWIDE_SSO/SLIDER_HOME/H_02.JPG	25
ABBILDUNG 7 – FUNKTIONSWEISE MAKEY MAKEY, QUELLE: HTTP://MAKEYMAKEY.COM/HOWTO/MAKEY_LINE_DRAWING.JPG	26
ABBILDUNG 8 – ROLLREIBUNG, QUELLE: HTTP://WWW.LEIFIPHYSIK.DE/THEMENBEREICHE/REIBUNG-UND- FORTBEWEGUNG#REIBUNGSKRAFT	29
ABBILDUNG 9 – REIBUNG „GLATTER“ OBERFLÄCHEN MIT UND OHNE SCHMIERMITTEL, VON ALICE SCHMIT, NACHEMPFUNDEN DUENBOSTL, T.; MATHELITSCH, L.: OUDIN, T. (2001). PHYSIK ERLEBEN 2. ÖSTERREICHISCHER BUNDESVERLAG SCHULBUCH GMBH & Co. KG, 1. AUFLAGE, S. 41.....	30
ABBILDUNG 10 – VERSUCH REIBUNG, FOTOGRAFIE VON ALICE SCHMIT	31
ABBILDUNG 11 – TEILCHENBEWEGUNG IN ABHÄNGIGKEIT VON DER TEMPERATUR, QUELLE: HTTP://PHYSICS.UNIFR.CH/PK2000/BEC/TEMPERATURE.HTML	33
ABBILDUNG 12 – AGGREGATZUSTÄNDE (TEILCHENEbene), VON ALICE SCHMIT, NACHEMPFUNDEN KAUFMANN, E.; ZÖCHLING, A.; MAŠIN, C.; GROIS, G. (2013). PHYSIK VERSTEHEN 2. ARBEITSHEFT. ÖSTERREICHISCHER BUNDESVERLAG SCHULBUCH GMBH & Co.KG, 1. AUFLAGE, S. 39.....	34
ABBILDUNG 13 – SIMULATOR MONDLANDUNG (MIT KRAFTVEKTOREN), SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE: HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/LUNAR-LANDER	36
ABBILDUNG 14 – SEQUENZ AUS WALT DISNEY'S „WALL-E“ (2006).....	38
ABBILDUNG 15 – ARBEITSAUFTRAG, SIMULATOR MONDLANDUNG, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/LUNAR-LANDER	40
ABBILDUNG 16 – ENERGIE, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE: HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/ENERGY-SKATE-PARK-BASICS	43
ABBILDUNG 17 – ENERGIE UND TEMPERATUR, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE: HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/ENERGY-FORMS-AND-CHANGES	44
ABBILDUNG 18 – ENTLADUNG AM TÜRKNAUF, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/TRAVOLTAGE	45
ABBILDUNG 19 – ANZIEHUNG UND ABSTOSSUNG VON ELEKTRISCHEN LADUNGEN, VON ALICE SCHMIT	46
ABBILDUNG 20 – VERSUCH ELEKTROSTATIK, FOTOGRAFIE VON ALICE SCHMIT	47
ABBILDUNG 21 – SEQUENZ AUS „ELEKTRISCHER STROM“ VON HTTP://WWW.FILMSORTIMENT.DE/ELEKTRISCHER-STROM/DVD/UNTERRICHTSFILM-LEHRFILM- SCHULFILM/631	49
ABBILDUNG 22 – VERSUCH MIT ENERGIESPARLAMPE, FOTOGRAFIE VON ALICE SCHMIT	51
ABBILDUNG 23 – LEITERSCHAUKEL MIT HUFEISENMAGNET, VON ALICE SCHMIT, NACHEMPFUNDEN REITINGER, J.; FISCHER, B.; NOVAK, P. (2010). IMPULS PHYSIK 4. ÖSTERREICHISCHER BUNDESVERLAG SCHULBUCH GMBH & Co. KG, 1. AUFLAGE, S. 8.....	53
ABBILDUNG 24 – FUNKTIONSWEISE KOMMUTATOR, VON ALICE SCHMIT, NACHEMPFUNDEN REITINGER, J.; FISCHER, B.; NOVAK, P. (2010). IMPULS PHYSIK 4. ÖSTERREICHISCHER BUNDESVERLAG SCHULBUCH GMBH & Co. KG, 1. AUFLAGE, S. 8.....	55

ABBILDUNG 25 – ELEKTROMOTOR, QUELLE: HTTP://WWW.PLANET-SCHULE.DE/SF/MULTIMEDIA/ANIMATIONEN/ELEKTROMOTOR_GENERATOR/MME/MMEWIN.HTML ...	56
ABBILDUNG 26 – ELEKTROMAGNETISCHES SPEKTRUM, QUELLE: HTTP://WWW.LEIFIPHYSIK.DE/SITES/DEFAULT/FILES/MEDIEN/SPECTRUM_ELMAGNETSPEKTRUM_GRU.JPG	58
ABBILDUNG 27 – FARBWahrnehmung, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE: HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/COLOR-VISION	59
ABBILDUNG 28 – ELLIPSE, VON ALICE SCHMIT, NACHEMPFUNDEN GRUBER, WERNER; RUPP, CHRISTIAN. (2008). GANZ KLAR: PHYSIK 4. VERLAG JUGEND & VOLK GMBH, WIEN, S. 98.	62
ABBILDUNG 29 – POLARBAHN UND ÄQUATORIALE BAHN, VON ALICE SCHMIT, NACHEMPFUNDEN GRUBER, WERNER; RUPP, CHRISTIAN. (2008). GANZ KLAR: PHYSIK 4. VERLAG JUGEND & VOLK GMBH, WIEN, S. 99.	63
ABBILDUNG 30 – UMLAUFBAHN EINES SATELLITEN, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE: HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/GRAVITY-AND-ORBITS	64
ABBILDUNG 31 – ALPHAZERFALL, SCREENSHOT VON SIMULATION, QUELLE: HTTP://PHET.COLORADO.EDU/DE/SIMULATION/ALPHA-DECAY	68
ABBILDUNG 32 – VERWIRRTE SCHÜLERIN, VON ALICE SCHMIT	72

LITERATURVERZEICHNIS

Anders, A.; Cieplik, D.; Tegen, H. (2005). Projekt Physik 4. E. DORNER GmbH, 1. Auflage.

Barmeier, M.; Boldt, J.; Ciprina, H.; Fröchtenicht, E.; Heide, G.; Hell, K.; Leupold, J.; Maiworm, M.; Méndez, A.; Peppmeier, R.; Wallaschek, S.; Willmer-Klumpp, C. (2008). PRISMA Physik 3, Ernst Klett Verlag GmbH, 1. Auflage.

Bundesministerium für Unterricht Kunst und Kultur (2000): Lehrplan AHS-Unterstufe Physik. BGBl. II Nr. 133/2000. Quelle:

<http://www.bmukk.gv.at/medienpool/791/ahs16.pdf>. Letzter Zugriff: 18.03.14

Bundesministerium für Unterricht, Kunst und Kultur: Sektion Berufsbildendes Schulwesen, Erwachsenenbildung und Schulsport. Kompetenzorientiert Unterrichten. Quelle:

http://www.bildungsstandards.berufsbildendeschulen.at/de/kompetenzorientiertes_unterrichten.html. Letzter Zugriff: 18.03.14

Gruber, W.; Rupp, C. (2008). ganz klar: Physik 2. Verlag Jugend & Volk GmbH, Wien.

Gruber, W.; Rupp, C. (2008). ganz klar: Physik 3. Verlag Jugend & Volk GmbH, Wien.

Gruber, W.; Rupp, C. (2008). ganz klar: Physik 4. Verlag Jugend & Volk GmbH, Wien.

Kaufmann, E.; Zöchling, A.; Mašin, C.; Grois, G. (2013). Physik verstehen 2. Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co.KG, 1. Auflage.

Kaufmann, E.; Zöchling, A.; Mašin, C.; Grois, G. (2013). Physik verstehen 3. Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co.KG, 1. Auflage.

Kaufmann, E.; Zöchling, A.; Mašin, C.; Grois, G. (2013). Physik verstehen 2. Arbeitsheft. Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co.KG, 1. Auflage.

Kaufmann, E.; Zöchling, A.; Mašin, C.; Grois, G. (2013). Physik verstehen 3. Arbeitsheft. Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co.KG, 1. Auflage.

Kaufmann, E.; Zöchling, A.; Mašin, C.; Grois, G. (2013). Physik verstehen 4. Arbeitsheft. Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co.KG, 1. Auflage.

Kaufmann, E.; Zöchling, A. (2006). Physik kurz gefasst 2. Zusammenfassungen und Aufgaben zum Wiederholen und Üben. Öbvht VerlagsgmbH & Co. KG, 1. Auflage.

Kaufmann, E.; Zöchling, A. (2006). Physik kurz gefasst 3. Zusammenfassungen und Aufgaben zum Wiederholen und Üben. Öbvht VerlagsgmbH & Co. KG, 1. Auflage.

Kaufmann, E.; Zöchling, A. (2006). Physik kurz gefasst 4. Zusammenfassungen und Aufgaben zum Wiederholen und Üben. Öbvht VerlagsgmbH & Co. KG, 1. Auflage.

Klieme, E. (2004). Begründung, Implementation und Wirkung von Bildungsstandards: Aktuelle Diskussionslinien und empirische Befunde. Einführung in den Thementeil. *Zeitschrift für Pädagogik*, 50(5), 625-634.

Prenzel, M., Seidel, T., Lehrke, M., Rimmele, R., Duit, R., Euler, M., ... & Widodo, A. (2002). Lehr-Lernprozesse im Physikunterricht-eine Videostudie. In *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen* (pp. 139-156).

Reitinger, J.; Fischer, B.; Novak, P. (2010). Impuls Physik 4. Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH & Co. KG, 1. Auflage.

Schecker, H. (2007). Die Bildungsstandards Physik. Orientierungsrahmen für den Unterricht. *Unterricht Physik*, 18(97), 4-11.

Schecker, H., & Parchmann, I. (2006). Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12(2006), 45-66.

Seidel, T., Prenzel, M., Rimmele, R., Dalehefte, I. M., Herweg, C., Kobarg, M., & Schwindt, K. (2006). Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 799-821.

Stangl, W. (2012). Konzentrationsspanne. Lexikon für Psychologie und Pädagogik. Quelle: <http://lexikon.stangl.eu/6553/konzentrationsspanne/>, letzter Zugriff: 18.03.14

Thaler, K. (2007). Bildungsstandards im Physikunterricht–Korsett oder Katalysator? (Doctoral dissertation, Diplomarbeit, Karl Franzens Universität Graz 9) Endbericht (2007): Entwicklung von Standards Naturwissenschaften 8. Schulstufe).

Tesch, M., & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht–Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10(10), 51-69.

Ziener, G. (2006). Bildungsstandards in der Praxis. Kompetenzorientiert unterrichten, Seelze.